

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. E. v. Boguslawski

Untersuchungen über Proteine, Mineralstoffe und
einige weitere ernährungsphysiologische
Qualitätseigenschaften des Getreidekornes
in Abhängigkeit von Standort, Sorte und
Stickstoffdüngung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Angela Schipper
geboren in Witzenhausen

Gießen 1973

1974

Aus dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
der Justus Liebig-Universität Gießen
Direktor: Professor Dr. E. v. Boguslawski

Untersuchungen über Proteine, Mineralstoffe und
einige weitere ernährungsphysiologische
Qualitätseigenschaften des Getreidekornes
in Abhängigkeit von Standort, Sorte und
Stickstoffdüngung



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Angewandte Biologie
der Justus Liebig-Universität Gießen

eingereicht von
Angela Schipper
geboren in Witzenhausen

Gießen 1973



Dekan: Professor Dr.W.Schuster

- 1.Berichterstatter: Professor Dr.W.Jahn-Deesbach
- 2.Berichterstatter: Professor Dr. Dr.h.c.H.Linser

Tag der mündlichen Prüfung:15.3.74

Meinen Eltern
und Großeltern
gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literaturüberblick	2
3. Problemstellung	39
4. Untersuchungsmaterial	40
5. Untersuchungen über Proteinmenge und Protein- zusammensetzung	43
5.1. Rohproteingehalte, Proteinfractionen, errech- nete Lysinwerte	43
5.1.1. Material und Methodik	43
5.1.2. Ergebnisse	45
5.2. Aminosäurengehalte	142
5.2.1. Material und Methodik	142
5.2.2. Ergebnisse	142
5.3. Orientierender Fütterungsversuch	151
5.3.1. Material und Methodik	151
5.3.2. Ergebnisse	153
5.4. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse	156
6. Untersuchungen über die Mineralstoffgehalte	170
6.1. K-, Na-, Mg-, Ca- und P-Gehalte	170
6.1.1. Material und Methodik	170
6.1.2. Ergebnisse	170
6.2. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse	207
7. Untersuchungen über weitere Qualitätskriterien bei Hafer	215
7.1. Fettgehalt und Fettsäurenanteile	215
7.1.1. Material und Methodik	215
7.1.2. Ergebnisse	216
7.2. Spelzengehalte sowie Tausend-Korn-Gewichte, Tausend-Kern-Gewichte und Sortierung	225

1. EINLEITUNG

Das Getreide nimmt in der Welternährungswirtschaft den ersten Rang ein, und in vielen Teilen der Erde gewinnt das Getreide noch stark an Bedeutung als Direktnahrung für den Menschen. In den höher entwickelten Produktionsgebieten der Erde wird das Getreide zur gleichen Zeit immer wichtiger als Futtermittel in der tierischen Produktion, und gerade in Westeuropa werden auch Getreidearten wie der Weizen, die bislang in erster Linie als Brotgetreide galten, verstärkt in der Tierfütterung eingesetzt. Dies ist vor allem bedingt durch die hohe Arbeitsproduktivität und das in den letzten Jahren wesentlich verbesserte Ertragspotential im Getreidebau, was zu einer starken Erhöhung der Getreideproduktion führt; und dies wiederum und einige weitere Faktoren machen die Getreidefütterung zu einer ökonomisch immer rationeller werdenden Produktionsmaßnahme in der Nahrungserzeugung. Damit aber gewinnen die ernährungsphysiologischen Qualitätseigenschaften des Getreidekornes mehr noch als bisher an Bedeutung.

Im allgemeinen ist der Proteingehalt des Getreidekornes nicht hoch genug, und die Proteinqualität der meisten Getreidearten ist sowohl in der Ernährung des Menschen wie auch in der Fütterung monogastrischer Tiere sehr unzureichend, so daß quantitative und qualitative Aspekte im Zusammenhange mit dem Getreidekornprotein eine wesentliche Bedeutung haben. Daneben sind - abgesehen von Vitaminen - auch die Mineralstoffe des Getreidekornes von Interesse, und schließlich spielen vor allem bei der Getreideart Hafer weitere ernährungsphysiologische Qualitätskriterien (Spelzen, Fettmenge, Fettqualität) eine wichtige Rolle.

Die vorliegende Arbeit soll ein Beitrag sein zur Erweiterung der Kenntnisse über die Möglichkeiten zur Qualitätsbeeinflussung im einheimischen Getreidebau durch entsprechende Sortenwahl, Standortorientierung und Anbaumaßnahmen.

2. LITERATURÜBERBLICK

Ertrag und Qualität des Getreides sind sowohl von Sorte und Standort als auch von der Düngung abhängig.

In der landwirtschaftlichen Praxis werden heute durch den Anbau von ertragreichen Sorten und durch ausreichend hohe Stickstoffgaben zu Vegetationsbeginn im Frühjahr und zum Zeitpunkt des Schossens nahezu optimale Erträge bei Getreide erreicht. Dabei gehen aber die hohen Erträge meist mit niedrigen Gehalten an Protein parallel.

Wenn auch in vielen Fällen das Getreide in erster Linie als Energieträger zu betrachten und zu werten ist, so spielt sein Proteingehalt andererseits doch oft eine wesentliche Rolle - vor allem aus technologischer Sicht etwa bei Weizen und aus ernährungsphysiologischer Sicht für Mensch und Tier. Vor allem in der Tierernährung gewinnt dabei das Getreidekorn als Eiweißträger mehr und mehr an Bedeutung, zumal sich die Weltmarktsituation für Eiweißfuttermittel in letzter Zeit mehr und mehr verschlechtert hat. Daß das Getreide bei der bisher in der Praxis noch fast ausschließlich üblichen Düngung auf höchste Erträge nur niedrige bis mittlere Proteingehalte erreicht, liegt aber nicht an den Getreidesorten; denn in den modernen Sorten sind durch intensive Züchtung hohes Ertragspotential und hohes Eiweißbildungspotential miteinander gekoppelt. Es liegt vielmehr daran, daß die Getreidebestände zwar in der vegetativen Phase i.a. gut mit Stickstoff versorgt sind, dann aber in der Kornausbildungsphase ein ausgesprochener Mangel an Stickstoff herrscht, der dazu führt, daß die Pflanze, obwohl sie genetisch dazu in der Lage wäre, nicht optimal Eiweiß in das Korn einlagert. Steht der Pflanze jedoch auch zur Zeit der Kornausbildung noch genügend Stickstoff zur Verfügung - was i.a. nur erreicht werden kann durch eine zusätzliche Stickstoffspätgabe zur Zeit des Ährenschiebens - so bringt der Getreidebestand neben optimalen Erträgen auch optimale Rohproteingehalte und Rohproteinerträge (JAHN-DEESBACH 1969). Wie groß der Einfluß der Düngung auf den Eiweißgehalt sein kann, zeigen JAHN-DEESBACH (1967) und ZOSCHKE (1967), wenn sie feststellen, daß genetisch bedingte unterschiedliche Eiweiß-

gehalte von Getreidesorten durch eine sehr hohe Stickstoffversorgung auf einem höheren Niveau weitgehend ausgeglichen werden, und auch JAHN-DEESBACH und MAY (1969), die eindringlich darauf hinweisen, daß die Sorte allein keine Garantie für hohe Qualität bietet, sondern daß einer gezielten Stickstoffspätdüngung zum Zeitpunkt des Ährenschiebens eine mindestens ebenso große Bedeutung zukommt wie der richtigen Sortenwahl.

Welche Bedeutung der zeitlich gestaffelten Stickstoffdüngung bei unseren Getreidearten zukommt, geht aus den zahlreichen Arbeiten hervor, die sich mit diesem Thema befassen. Schon WAGNER (1900) gibt einen Hinweis darauf, daß durch eine zeitliche Aufteilung der Stickstoffgaben das Lagern des Getreides verhindert werden kann, und DAVIDSON und LE CLERK (1923) berichten bereits über die günstige Wirkung später Stickstoffgaben auf den Proteingehalt. WATSON (1936, 1939) überprüft die Wirkung der Stickstoffdüngung in verschiedenen Wachstumsstadien des Weizens sowohl in Gefäßversuchen als auch in Feldversuchen, und in Deutschland ist es SELKE (1938a,b, 1940), der den Begriff "zusätzliche späte N-Düngung" prägt und diese - wie auch NEHRING (1940), BAUMEISTER (1940) und PIELEN (1941) - propagiert. Nach dem Krieg sind es dann vor allem LINSER (1955, 1958, 1960a,b), LINSER und PRIMOST (1953), KOPETZ (1951), COIC (1954), Mo.NEAL und DAVIS (1954) und HOESER (1956), die die Arbeit auf dem Gebiet der Stickstoffspätdüngung als erste wieder aufnehmen, um weitere Aussagen über deren Einfluß auf Ertrag und Qualität machen zu können. Von den Arbeiten aus neuerer Zeit, die aufzeigen, daß man durch steigende und zeitlich gestaffelte Stickstoffgaben bei Weizen, Gerste und Hafer die Rohproteingehalte - wenn auch bei den einzelnen Getreidearten in unterschiedlichem Maße - erheblich steigern kann, seien noch folgende genannt: AMBERGER (1966), AUFHAMMER (1959), BELGER (1965), von BOGUSLAWSKI (1965), EWALD (1965), FAJERSOON (1961), GANSSMANN (1964, 1967), GÖRLITZ, KORIAT, RINNO und SPECHT (1967), GÜNZEL (1968a,b), HECHT (1964), JAHN-DEESBACH (1967, 1969), JAHN-DEESBACH und WEIPERT (1967), JÖNSSON (1966), KÜRTEK (1964), KÜRTEK und GANSSMANN (1965), MAY (1970), MICHAEL und FAUST (1961), FELSSENKE (1964), PRIMOST (1956, 1960), ROHRLICH und NERNST (1960), SCHMID (1961), SCHRIMPF und ABDEL GAWAD (1965).

Neben dem Einfluß der N-Versorgung wird von vielen Autoren auch dem Einfluß der Standortfaktoren (Boden, Klima; Jahreswitterung) eine große Bedeutung für die Proteingehalte im Getreidekorn beigemessen.

Einen guten Überblick über den Einfluß von Standortfaktoren auf den Proteingehalt des Getreides gibt das umfassende Sammelreferat von SCHWANITZ und SCHWARZE (1967). Des weiteren sei noch auf die Arbeiten von FISCHBECK (1969), GANSSMANN (1967), KÜRTE und GANSSMANN (1965/66), POSTEL (1956), SCHUPHAN (1963), SCHUPHAN und POSTEL (1958), SELKE (1957), SPENNEMANN (1966) hingewiesen.

Ohne dieses Problem hier näher erörtern zu wollen, läßt sich aber wohl doch sagen, daß diese Standorteinflüsse direkt oder indirekt wieder über die N-Versorgung der Pflanze die Proteinbildung beeinflussen. Damit soll jedoch nicht ausgeschlossen werden, daß spezielle klimatische Einflüsse die Proteinbildung variieren könnten - etwa auch im Hinblick auf die Proteinqualität.

Ebenso wichtig wie die Höhe des Proteingehaltes im Korn ist auch die Qualität des Korneiweißes selbst, also seine Zusammensetzung. Denn das Protein unserer Getreidearten ist keine homogene Substanz, sondern setzt sich aus verschiedenen Eiweißkomponenten zusammen, die sich sowohl in ihrer Lokalisation im Korn als auch in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden.

Erste ausgedehnte Untersuchungen über das Weizeneiweiß führte OSBORNE (1907) durch. Er unterteilte das Eiweiß auf Grund seiner verschiedenen Löslichkeit in die fünf Komponenten Albumin, Globulin, Proteosen, Gliadin und Glutenin. JONES und GERSDORFF (1923, 1925) isolierten aus Weizenkleie ein Albumin, ein Globulin und ein Prolamin und unterzogen diese Fraktionen eingehenden Untersuchungen. Über die Proteinfractionen des Weizenmehls arbeiteten in jener Zeit u.a. HOFFMANN und GORTNER (1927), GREWE und BAILEY (1927) und BLISH (1930). Auf die weitere Angabe älterer Literatur soll hier verzichtet und auf die umfassende Monographie von BAILEY (1944) verwiesen werden, in der ausführlich über die Eiweißstoffe berichtet wird.

In neuerer Zeit ist das Problem der Proteinzusammensetzung des

Getreidekorns wiederholt und von sehr verschiedenen Seiten her aufgeworfen worden.

Über den Einfluß des Genotyps auf die Eiweißzusammensetzung des Getreidekorns liegen nur wenige Untersuchungen vor. GÜNZEL (1962) und SCHWARZE (1967) konnten bemerkenswerte Unterschiede in der Proteinzusammensetzung verschiedener Winterweizensorten feststellen, ebenso ORTH und BUSHUK (1972) bei 26 unter gleichen Bedingungen auf einem kanadischen Standort gewachsenen Sommerweizen sehr verschiedener Herkunft, während EWALD (1965) in Gefäßversuchen mit verschiedenen Sommerweizen nur geringfügige Unterschiede in der Eiweißzusammensetzung der Sorten beobachten konnte. Interessant ist auch die von GÜNZEL (1964) gemachte Feststellung, daß die Erhöhung des Mehlsproteins unter dem Einfluß der Stickstoffdüngung bei den Sorten verschieden stark ist. Es erzielten die Sorten die höchste N-Ausnutzung, die befähigt waren, viel Gliadin zu bilden, während Sorten mit geringerer Gliadinbildung sowohl niedrigere Rohproteingehalte als auch Klebergehalte aufwiesen. EWALD (1965) fand bei den von ihr geprüften Sommerweizensorten die Fähigkeit einer bevorzugten Prolaminsynthese nur bei einigen Sorten schwach angedeutet. MUNCK (1964) fand signifikante Unterschiede in der Eiweißzusammensetzung verschiedener Gerstensorten. Auch SCHEIBE, SCHÖN, ZOSCHKE und BAUER (1968) konnten genotypische Unterschiede in der Eiweißzusammensetzung von Futtergerste feststellen, sie fanden in der Wintergerstensorte Dura einen Genotyp mit einem relativ hohen Glutelinanteil, während die Sorte Tria ein vergleichsweise höheres Prolaminbildungsvermögen aufwies. Unter dem Einfluß verschieden hoher Stickstoffgaben zeigte sich, daß die Sorte Tria stets erheblich mehr Gesamtprotein im Korn zu speichern vermochte als die Sorte Dura, was eine Bestätigung der von GÜNZEL bei Weizen gemachten Beobachtung ist, daß die Sorten den höchsten Eiweißgehalt aufweisen, die eine besonders hohe Prolaminsynthese haben. Über eigene bereits veröffentlichte Teilergebnisse siehe bei JAHN-DEESBACH, MARQUARD und SCHIPPER (1971).

Bei der Prüfung des Standorteinflusses konnte GÜNZEL (1962) feststellen, daß die Gliadinfraktion die am stärksten streuende Komponente ist und der prozentuale Kleber-N-Gehalt durch geringe

Abweichungen vom jeweiligen Sortenmittel eine enge Bindung an den Standort aufweist, daß jedoch die sortenspezifische Eiweißzusammensetzung auch unter verschiedenen Umweltbedingungen erhalten bleibt. Letzteres konnte auch von PRUGAR und ŠASEK (1969) bestätigt werden, ebenso von ORTH und BUSHUK (1972), die einen deutlichen Standorteinfluß auf die Proteinzusammensetzung der geprüften Sommerweizen feststellen konnten, jedoch war der schon erwähnte Sorteneinfluß größer und wurde daher nicht überdeckt.

Mehr Arbeiten als über den Einfluß von Sorte und Standort auf die Eiweißzusammensetzung des Getreides liegen über den Einfluß der Stickstoffdüngung vor, da die durch hohe, geteilte N-Gaben erzielten enormen Rohproteinsteiigerungen zu der Frage geführt haben, wie sich die Düngung auf die Eiweißzusammensetzung des Getreides auswirkt. Hier muß besonders auf die Arbeiten von MICHAEL und Mitarbeitern hingewiesen werden (MICHAEL 1960, 1963; MICHAEL und BLUME 1960; MICHAEL, FAUST und BLUME 1960; MICHAEL, BLUME und FAUST 1961; MICHAEL und FAUST 1961). In diesen Arbeiten wird nachgewiesen, daß unter dem Einfluß der zusätzlichen späten Stickstoffdüngung der N-Gehalt im Korn erheblich ansteigt, wobei aber die Zunahme der verschiedenen Eiweißfraktionen sehr unterschiedlich ist. Bei allen Getreidearten bleibt der Anteil der von LINSEER als Konstitutionseiweiß bezeichneten Albumine und Globuline relativ konstant, während ein deutlicher Einfluß auf die im Mehlkörper lokalisierten Speichereiweiße Prolamin und Glutenin festzustellen ist. Bei Weizen und Gerste werden beide Eiweißfraktionen erhöht, jedoch in besonderem Maße das Prolamin. Bei der Untersuchung von Körnern unterschiedlichen Reifegrades zeigte sich, daß in unreifen, noch wachsenden Körnern das Eiweiß einen relativ hohen Anteil an den Konstitutionseiweißen Albumin und Globulin aufweist. Mit zunehmender Ausreifung steigt der Eiweißgehalt laufend an, jedoch erfolgt jetzt die Eiweißeinlagerung hauptsächlich im Mehlkörper in Form der Speichereiweiße Prolamin und Glutenin. Dabei zeigten die Untersuchungen, daß das Glutenin zeitlich vor dem Prolamin gebildet wird und in den ersten Stadien der Kornausbildung den Gehalt an Prolamin überwiegt, jedoch in den letzten Stadien der Kornreife keinen großen Veränderungen mehr unterliegt, während die Bildung des Prolamins zwar später, dann aber umso intensiver einsetzt und der Prolamin-

gehalt bei genügend hohem N-Angebot bis zur Kornreife laufend ansteigt. Dadurch erklärt sich, warum das Prolamin die stärkste Zunahme unter dem Einfluß der Stickstoffspätdüngung erfährt.

Auch aus den Arbeiten von Mc.CALLA (1938) und von BILLINSKI und Mc.CONNELL (1958) ist zu entnehmen, daß das Gliadin später gebildet wird als das Glutenin. MAES (1962a-d, 1963a,b), der zur Trennung der Eiweiße auf Grund ihrer unterschiedlichen Löslichkeit die Methode der "progressiven Extraktion" mit Hilfe von Säulen einführt, kommt bei seinen ausführlichen Untersuchungen des Weizeneiweißes auch zu dem Ergebnis, daß der Anteil der propanol-löslichen Fraktion umso höher ist, je höher der Rohproteingehalt des Kornes liegt. Er vermeidet in seinen Arbeiten bewußt die Bezeichnung Prolamin und Glutenin und benennt die Fraktionen nach ihrem Lösungsmittel, da er meint, daß diese Eiweiße nicht genau mit den erhaltenen Fraktionen übereinstimmen, da sie zu stark von den Extraktionsbedingungen abhängig sind, womit auch auf die Problematik hingewiesen ist, die auftritt, wenn Ergebnisse verglichen werden sollen, die unter verschiedenen Versuchsbedingungen gewonnen wurden.

Die Arbeiten von GÜNZEL (1962,1964) zeigen ebenfalls deutlich, daß unter dem Einfluß der N-Spätdüngung die Gliadinfraktion erheblich vermehrt wird, das Glutenin-N eine weniger starke Zunahme erfährt und die Nichtkleberfraktionen nur geringfügig erhöht werden. Zu gleichen Ergebnissen kommen EWALD (1965) und EWALD und WENZEL (1967), die sowohl in Gefäß- als auch in Feldversuchen nachweisen konnten, daß die durch späte, zusätzliche N-Düngung steigende Rohproteinmenge im Korn bei allen geprüften Sommerweizensorten vorwiegend in Form der beiden Klebereiweiße gespeichert wird, wobei beim Prolamin ein Anstieg um das Vierfache und beim Glutenin um das Dreifache erzielt werden konnte, während der Anteil an Albumin und Globulin weitgehend konstant blieb.

JAHN-DEESBACH und WEIERERT (1967) fanden, daß die durch erhöhte und späte N-Düngung vermehrte Bildung von Eiweiß alle Fraktionen betrifft, jedoch am stärksten die alkohollösliche. Auch ABROL, UPRETY, AHUJA und NALK (1970) konnten mit steigenden Düngergaben bei Weizen eine Zunahme des relativen Anteils von Pro-

lamin und Glutenin beobachten, während der Anteil an Albumin und Globulin nur eine geringfügige Änderung zeigte. PRUGAR und ŠASEK (1970) bestätigen noch einmal, daß sich höhere Stickstoffgaben bei Weizen besonders durch die Erhöhung der Klebereiweiße auswirken.

In ihren Versuchen mit Gerste konnten SCHLIBE, SCHÖN, ZOSCHKE und BAUER (1968) feststellen, daß durch die Stickstoffdüngung die Reserveproteine anteilmäßig wesentlich erhöht werden, während der Gehalt der Albumine und Globuline auch bei hohen Stickstoffgaben praktisch konstant bleibt. SCHILLER (1971) kam zu dem Ergebnis, daß bei Gerste unter dem Einfluß der Stickstoffdüngung die relativen Anteile von Albumin und Globulin eine Abnahme erfahren, während die Mehlkörperproteine stark zunehmen. Auch MUNCK (1964) stellte ein leichtes Absinken der relativen Anteile der salzlöslichen Proteine bei höherem Proteingehalt der Gerste fest, während der Anteil des Hordeins bei höheren N-Gaben größer wurde.

Eine Sonderstellung in der Eiweißzusammensetzung nimmt nach MICHAEL, BLUME und FAUST (1961) der Hafer (und der Reis) ein. Weizen und Gerste enthalten im Mehlkörper als Speichereiweiße Prolamin und Glutein, Hafer (und Reis) fast ausschließlich Glutenin. Der geringe Prolaminanteil des Hafers wird auch unter dem Einfluß einer zusätzlichen N-Düngung nicht erhöht, da es nur zu einer stärkeren Vermehrung des Glutenins kommt. Diese Ergebnisse bestätigen die von FREY (1951) gemachte Beobachtung, daß der Anteil der alkohollöslichen Fraktion in Hafersorten mit unterschiedlichsten Rohproteingehalten gleich niedrig liegt.

Im Zusammenhang mit dieser Fraktionierung der Proteine im Getreidekorn bzw. den Untersuchungen über die Einflüsse von Genotyp, Standort und N-Düngung auf die Proteinfractionen ist natürlich auch die Frage der Homogenität in der Zusammensetzung der Einzelfractionen selbst immer wieder aufgeworfen worden.

In zahlreichen Arbeiten ist nachgewiesen worden, daß jede Eiweißfraktion wieder aus für sie charakteristischen Einzelkomponenten zusammengesetzt ist, die sich mit Hilfe der Elektrophorese, Ultrazentrifuge und Chromatographie auftrennen lassen.

Aus der Fülle dieser Arbeiten sollen hier nur einige aufgeführt werden: BIETZ und ROTHFUS (1971), BIETZ und WALL (1972), CLAYTON (1966), COATES und SIMMONDS (1961), COULSON und SIM (1965), ELTON und EWART (1962, 1966), ENARI und MIKOLA (1961), EWART (1968), FEILLET und NIMMO (1970), HUEBNER und WALL (1966), HUEBNER, ROTHFUS und WALL (1967), HUEBNER und Rothfus (1968), INGVERSEN und KØIE (1971), JONES, TAYLOR und SENTI (1959), KELLEY und KOENIG (1963), KLEMME-BERGER, SCHEIBE, SCHÖN und ZOSCHKE (1969), KLEMME-BERGER, SCHEIBE und ZOSCHKE (1969), KLOOS (1966, 1968), LEE, TRACEY, WINZOR, WRIGLEY und ZENTNER (1963), LAWRENCE, LIU und GRANT (1970), MEREDITH (1967), ORTH und BUSHUK (1973), PENCE und ELDER (1953), SCHEIBE, SCHÖN, ZOSCHKE und BAUER (1968), SIMMONDS (1963), SIMMONDS und WINZOR (1961), TANAKA und BUSHUK (1972), WALDSCHMIDT-LEITZ und BRUTSCHECK (1958), WALDSCHMIDT-LEITZ und KLOOS (1959, 1960), WALDSCHMIDT-LEITZ und HOCHSTRASSER (1961), WALDSCHMIDT-LEITZ, MINDEMANN und KELLER (1961), WALDSCHMIDT-LEITZ und METZNER (1962), WALDSCHMIDT-LEITZ und ZWISLER (1963), WILLIAMS und BUTLER (1970), WOYCHIK, BOYNDY und DIMLER (1961), WOYCHIK, HUEBNER und DIMLER (1964).

Wie aus den Arbeiten von ELTON und EWART (1962), ENARI und MIKOLA (1961), EWART (1968), WALDSCHMIDT-LEITZ und HOCHSTRASSER (1961) und WALDSCHMIDT-LEITZ und METZNER (1962) hervorgeht, unterscheiden sich die verschiedenen Getreidearten mehr oder weniger ausgeprägt in der Zusammensetzung ihrer Fraktionen.

Genotypische Unterschiede in der Zusammensetzung einzelner Fraktionen, die in den meisten Fällen das Mengenverhältnis der verschiedenen Komponenten zueinander betreffen, in einzelnen Fällen auch die Anzahl der gefundenen Komponenten, konnten BIETZ und WALL (1972), CLAYTON (1966), COATES und SIMMONDS (1961), COULSON und SIM (1965), ELTON und EWART (1962, 1966), ENARI und MIKOLA (1961), HUEBNER und ROTHFUS (1968), INGVERSEN und KØIE (1971), KELLEY und KOENIG (1963), KLEMME-BERGER, SCHEIBE, SCHÖN und ZOSCHKE (1969), KLEMME-BERGER, SCHEIBE und ZOSCHKE (1969), KLOOS (1966, 1968), KOENIG, OGRINS, TRIMBO und MILLER (1964), LEE und WRIGLEY (1963), ORTH und BUSHUK (1973), SCHEIBE, SCHÖN, ZOSCHKE und BAUER (1968), SIMMONDS (1963), TANAKA und BUSHUK (1972), WALDSCHMIDT-LEITZ und BRUTSCHECK (1958), WALDSCHMIDT-

LEITZ und KLOOS (1959), WALDSCHMIDT-LEITZ und HOCHSTRASSER (1961) und WILLIAM und BUTLER (1970) bei Weizen bzw. Gerste feststellen.

Untersuchungen über die Eiweißfraktionen bei Futtergerste von SCHEIBE, SCHÖN, ZOSCHKE und BAUER (1968), KLEMM-BERGER, SCHEIBE, SCHÖN und ZOSCHKE (1969) und KLEMM-BERGER; SCHEIBE und ZOSCHKE (1969) ließen einen Einfluß der Stickstoffdüngung auf das Verhältnis der Komponenten zueinander weder für die Albumin- und Globulinfraktion noch für die Prolaminfraktion erkennen. Dagegen stellten WALDSCHMIDT-LEITZ und KLOOS (1959, 1960) fest, daß es unter dem Einfluß der Stickstoffdüngung zu einer Verschiebung der Relation der Komponenten zueinander im Hordein kommt, da mit dem Anstieg der Hordeinfraktion besonders die **F**- und **C**-Komponenten zunehmen.

Einen Einfluß des Standortes auf das Komponentenverhältnis fanden beim Hordein WALDSCHMIDT-LEITZ und KLOOS (1959, 1960) und bei den Mehlproteinen des Weizens KLOOS (1968) und KOENIG, OGRINS, TRIMBO und MILLER (1964).

Wie u.a. den Arbeiten von BIETZ und ROTHFUS (1971), COATES und SIMMONDS (1961), FEILLET und NIMMO (1970), HUEBNER, ROTHFUS und WALL (1967), HUEBNER und ROTHFUS (1968), LAWRENCE, LIU und GRANT (1970), WALDSCHMIDT-LEITZ und BRUTSCHECK (1958), WALDSCHMIDT-LEITZ und HOCHSTRASSER (1961), WALDSCHMIDT-LEITZ, MINDEMANN und KELLER (1961) und WALDSCHMIDT-LEITZ und METZNER (1962) zu entnehmen ist, unterscheiden sich diese Eiweißkomponenten in ihrer Aminosäurezusammensetzung.

Es soll dieser kurze Überblick über dieses zur Aufklärung des Eiweißaufbaues der Getreidearten wichtige Gebiet der Eiweißforschung genügen, da ein näheres Eingehen auf die oft recht komplizierten Verfahren zur Zerlegung der Eiweiße in ihre Komponenten und die damit erzielten Ergebnisse hier zu weit führen würde, zumal der Wert solcher spezieller Verfahren zur weiteren Aufteilung der Proteinfraktionen für die Charakterisierung des tatsächlichen ernährungsphysiologischen Wertes ebenfalls nicht unumstritten ist.

Neben diesen Versuchen zur Auftrennung der einzelnen Proteinfraktionen in Unterfraktionen bzw. Fraktionskomponenten ist aber

vor allem auch der Aminosäure-Zusammensetzung der Fraktionen verstärkt Aufmerksamkeit geschenkt worden. Hierbei stenen einmal die Unterschiede in den Aminosäure-Spektren bei den verschiedenen löslichen Fraktionen, zum anderen aber auch die Frage der Konstanz der Aminosäure-Zusammensetzung bei ein und derselben Fraktion im Vordergrund des Interesses.

Fest steht, daß sich die Eiweißfraktionen nicht nur in ihrer Löslichkeit und ihrer Lokalisation im Getreidekorn, sondern auch in ihrer Aminosäuresequenz deutlich unterscheiden, woraus auch ihre unterschiedliche biologische Wertigkeit resultiert.

Über die Aminosäure-Zusammensetzung einzelner Eiweißfraktionen haben u.a. BODO (1961), DIMLER (1966), DRAPER (1973), EWALD (1965), EWALD und WENZEL (1967), FOLKES und YEMM (1956), KLOOS (1966), LINDNER (1963, 1964), MICHAEL und BLUME (1960), MICHAEL, BLUME und FAUST (1961), MOSSÉ (1966), SCHILLER (1971), SCHÖN (1972), SIMMONDS (1962), WALDSCHMIDT-LEITZ und MINDEMANN (1957), WALDSCHMIDT-LEITZ und BRUTSCHECK (1958), WALDSCHMIDT-LEITZ und HOCHSTRASSER (1961), WALDSCHMIDT-LEITZ, MINDEMANN und KELLER (1961) berichtet. Diesen Arbeiten ist zu entnehmen, daß die Konstitutionseweiße Albumin und Globulin auf Grund ihrer Aminosäure-Zusammensetzung recht wertvolle Eiweiße darstellen, während das Endospermeiweiß, vorwiegend bestehend aus Glutenin und Prolamin, eine weniger günstige Aminosäure-Zusammensetzung aufweist, wobei besonders sein geringer Gehalt an Lysin auffällt. Dabei weist, wie die Arbeiten von BODO (1961), DIMLER (1966), DRAPER (1973), EWALD (1965), EWALD und WENZEL (1967), KLOOS (1966), LINDNER (1963, 1964), MICHAEL, BLUME und FAUST (1961), WALDSCHMIDT-LEITZ und MINDEMANN (1957) und WALDSCHMIDT-LEITZ und BRUTSCHECK (1958) zeigen, das Glutenin wiederum eine günstigere Zusammensetzung auf, vor allem durch seinen höheren Lysingehalt, als das Prolamin. Im Widerspruch zu diesen Befunden stehen die Ergebnisse von SCHILLER (1971), in denen festgestellt wird, daß das Hordein der Gerste günstiger zusammengesetzt ist als das Glutenin, sowie die Arbeit von WALDSCHMIDT-LEITZ, MINDEMANN und KELLER (1961), in der für das Glutenin der Gerste ein sehr niedriger Lysinwert angegeben wird, und die Arbeit von WALDSCHMIDT-LEITZ und MINDEMANN (1957), in der der Lysingehalt des

Glutenins der Gerste in der Größenordnung liegt, wie ihn andere Autoren auch gefunden haben, jedoch der gleich hoch liegende Lysingehalt des Hordeins im Widerspruch zu dem niedrigeren Lysin-gehalt des Hordeins, wie er in anderen Arbeiten angegeben wird, steht.

Die günstige Aminosäurezusammensetzung der Konstitutionseiweiße gegenüber dem im Endosperm vorwiegend enthaltenen Mehleiweiß wird auch durch die Arbeiten von BARTON-WRIGHT und MORAN (1946), HEPBURN, CALHOUN und BRADLEY (1960), HORN, FIFIELD, BLUM und WARREN (1958), MILADI und HEGSTED (1972), NEHRING, KLIPPEL, UHLE-MANN und HOFFMANN (1970), NEHRING und KLIPPEL (1971), POSTEL (1957), ROBBINS und POMERANZ (1972), ROHRLICH und RASMUS (1956), SCHUPHAN (1960), SCHUPHAN und POSTEL (1956, 1958), STEVENS, DERMOTT und PACE (1963), TKACHUK und IRVINE (1969) und WAGGLE, LAMBERT, MILLER, FARRELL und DEYOE (1967) bestätigt, die die Eiweiße in den verschiedenen bei der Müllerei anfallenden Fraktionen respektive in differenzierten Zonen der Getreidecaryopse untersuchten, und von HEPBURN, LEWIS und ELVEHJEM (1957) sowie TOEPFER, POLANSKY, EHEART, SLOVER, MORRIS, HEPBURN und QUACKENBUSH (1972), die zeigen, daß der Anteil mehrerer essentieller Aminosäuren signifikant im Mehl erniedrigt wird (im Vergleich zum Weizen).

MICHAEL und BLUME (1960), MICHAEL, BLUME und FAUST (1961), sowie EWALD (1965), EWALD und WENZEL (1967) zeigen, daß die charakteristische Zusammensetzung der Eiweißfraktionen auch unter dem Einfluß einer erhöhten Stickstoffdüngung mit damit verbundeneⁿ erheblicheⁿ Anstieg des Rohproteingehaltes weitgehend konstant bleibt, wenn sie auch geringfügige Veränderungen, wie sie zum Beispiel SCHILLER (1971) beim Hordein unter dem Einfluß hoher Stickstoffgaben feststellt, nicht ausschließen. Hier könnte eine unterschiedliche Zunahme der Unterfraktionen des Hordeins unter dem Einfluß der Stickstoffdüngung, wie es WALDSCHMIDT-LEITZ und KLOOS (1959) fanden, eine Erklärung sein. FENCE, MECHAM, ELDER, LEWIS, SNELL und OLCOTT (1950) fanden bei Klebern, erhalten aus weizenmehlen, die sehr stark im Eiweißgehalt differierten, einen praktisch gleichbleibenden Aminosäuren-Gehalt. Ebenso fanden MATSUO und Mc.CALLA (1964) bei Klebern von drei Weizen keine

Unterschiede im Aminosäuren-Gehalt.

LINDNER (1964) findet in der Aminosäuren-Zusammensetzung der Eiweißfraktionen von 5 Weizensorten zum Teil etwas größere Unterschiede, betont jedoch auch die große Ähnlichkeit in der Aminosäurezusammensetzung der Eiweißfraktionen der Sorten.

Die somit offenbar weitgehende Konstanz der Aminosäurezusammensetzung der Fraktionen läßt den Schluß zu, daß Unterschiede im Gehalt an Aminosäuren zwischen den Getreidearten und bei verschiedenen Sorten auf den unterschiedlichen Anteilen der einzelnen Fraktionen am Gesamteiweiß beruhen. Dies wird auch durch Arbeiten bestätigt, die über Aminosäureanalysen im Ganzkornmehl berichten. Der höhere Lysingehalt des Hafers, wie er unter gleichen Versuchsbedingungen von BAUMGARTEN, MATHER und STONE (1946), EWART (1967), KUHNNAU (1950), LYMAN, KUIKEN und HALE (1956), ROTHE und TUNGER (1964) und SLUMP und DE GROOT (1965) - gegenüber Weizen und Gerste - gefunden wird, läßt sich auf den niedrigeren Prolaminanteil und den höheren Gluteninanteil des Hafers gegenüber den beiden anderen Getreidearten zurückführen; zum anderen aber auch darauf, daß, wie MICHAEL, BLUME und FAUST (1961) zeigen konnten, das Glutenin des Hafers einen höheren Lysingehalt aufweist als das Glutenin von Weizen und Gerste. Wenn SCHURHAN und SCHWERTDFEGER (1965) für Gerste und Hafer einen fast gleichen Lysingehalt des Eiweißes finden und DE VUYST und VERVACK (1960) für Gerste sogar einen etwas höheren Lysingehalt, so könnte dies darauf zurückzuführen sein, daß von unterschiedlichen Rohproteingehalten ausgegangen wurde. Diese Möglichkeit wird aus den von NEHRING und KLIPPEL (1971) angegebenen Lysinwerten für die verschiedenen Getreidearten sehr deutlich. Sie finden bei gleichem Rohprotein-Gehalt bei Weizen einen sehr viel niedrigeren Lysingehalt als für Hafer, dagegen wird für die Gerste ein gleich hoher Gehalt angegeben wie für den Hafer, wobei aber die untersuchte Gerste einen sehr viel niedrigeren Rohproteingehalt aufweist.

Auch die oft bei Weizen und Gerste gefundene negative Korrelation zwischen dem durch Stickstoffdüngung erhöhten Rohproteingehalt und dem Lysingehalt sowie dem Gehalt einiger anderer essentieller Aminosäuren (ABROL, UPRETY, AHUJA und NAIK 1971, BODO 1959/60, GUNTARDT und Mc.GINNIS 1957, HOJJATI und MALLIKI 1972, LAR-

SEN und NIELSEN 1966, Mc.DERMOTT und FACE 1960, MUNCK 1964, FACE 1962, RIANNO und EBERT 1972, SCHUPHAN 1963, SCHUPHAN und POSTEL 1956, SOSULSKI, PAUL und HUTCHEON 1963 und VÖLKER 1960) findet ihre Erklärung in der Tatsache, daß die Proteinsteigerung durch eine vermehrte Einlagerung von Glutenin und vor allem Prolamin in den Mehlkörper zustande kommt. Wenn SCHUPHAN (1963) bei zwei Weizensorten unter sonst gleichen wachstumsbedingungen eine unterschiedliche Reaktion auf steigende geteilte N-Gaben feststellt, indem die eine Sorte mit steigenden geteilten N-Gaben einen fortlaufenden Anstieg der Eiweißqualität aufweist, während die andere Sorte einen Abfall der Eiweißqualität erkennen läßt, so ist dies wohl damit zu erklären, daß bei der ersten Sorte unter dem Einfluß steigender N-Gaben die Rohprotein-Gehalte sinken, während sie bei der zweiten Sorte ansteigen. Allerdings scheint bei den beschriebenen Sorten ein genetischer Unterschied in der Eiweißzusammensetzung zu bestehen, wenn man den EAS-Index der beiden Sorten bei gleichem Rr-Gehalt vergleicht. Dies ist möglich, weil die Sorte "Heines VII" in der zweiten Düngungsstufe den gleichen Rohproteinwert aufweist wie die Sorte "Werla" in der vierten Düngungsstufe. Dabei hat die Sorte "Werla" einen viel höheren EAS-Index.

Da gerade im Zusammenhang mit einer erhöhten Stickstoffdüngung die Anwendung von wachstumsregulatoren zur Erhöhung der Standfestigkeit durch Halmverkürzung an Bedeutung gewonnen hat, sei an dieser Stelle kurz auf Untersuchungen hingewiesen, die sich mit der Wirkung des Chlorcholinchlorids (CCC) auf die Aminosäurezusammensetzung des Getreidekornproteins befassen (BAYZAR und MAYR 1966, SADEGHIAN und KUHN 1969, SADEGHIAN, KUHN und LINER 1968, 1969). Es konnte in diesen Untersuchungen kein Einfluß des CCC auf die Aminosäurezusammensetzung festgestellt werden.

Auch die gefundenen Standorteinflüsse auf die Aminosäurezusammensetzung im Getreidekorn sind, wie aus den Arbeiten von LAWRENCE, DAY, HUEY und LEE (1958), Mc.ELROY, CLANDININ, LOBAY und FETHYBRIDGE (1949), POSTEL (1956, 1957), SCHUPHAN und POSTEL (1958) und SCHUPHAN (1963) hervorgeht, korrelativ an den Rohproteingehalt gebunden. Bei durch Standorteinflüsse erhöhten Rohproteingehalten tritt die gleiche Reaktion ein wie bei durch N-Düngung erhöhten Rohprotein-Gehalten.

Ebenso zeigt der Vergleich von Sorten mit verschiedenem Rohproteingehalt oft eine negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und Lysingehalt (HEPBURN und BRADLEY 1965, JANICKI 1963, JANICKI und KOWALCZYK 1965, 1966 und PRICE 1950). Auch die von TKACHUK (1966) bei einem Vergleich der Aminosäuren-Zusammensetzung von vier Mehlen kanadischen Weizens gemachte Beobachtung, daß ein Mehl einen etwas höheren Lysingehalt aufweist, muß wohl auf den in diesem Mehl gegenüber den anderen Mehlen niedrigeren Rohprotein-Gehalt zurückgeführt werden. Obwohl bei Weizen und Gerste eine negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und dem Gehalt an einigen essentiellen Aminosäuren, besonders Lysin, besteht, liegt doch bei gesteigertem Proteingehalt der Eiweißertrag pro Fläche sehr viel höher und - auf die Korn-Trockenmasse berechnet - sind mehr essentielle Aminosäuren vorhanden. Natürlich wäre es am besten, einen hohen Proteingehalt bei gleichzeitig hoher Proteinqualität zu haben. Dabei ist interessant, daß LAWRENCE, DAY, HUEY und LEE (1958), die 286 Weizenproben auf ihren Lysingehalt untersuchten und genetische Unterschiede im Lysingehalt feststellten, fanden, daß bei Sorten mit einem Rohproteingehalt unter 13,5% eine negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und Lysingehalt bestand, während sich diese Korrelation als nicht signifikant erwies bei Weizen mit einem Rohproteingehalt über 13,5%.

SIHLBOM (1962) fand bei einer Weizenprobe, die im Rohproteingehalt bei 14,3% lag, einen Lysingehalt, der gleich hoch war wie bei Sorten mit einem Rohproteingehalt zwischen 11 und 12% und meint in Anlehnung an LAWRENCE et al., daß es interessant wäre, schwedische Weizen mit einem Rohproteingehalt über 14% zu prüfen, da die Möglichkeit bestünde, bei Proben mit einem hohen Proteingehalt doch gleichzeitig Eiweiß mit hohem Lysingehalt zu finden.

ROBINSON und SAGEMAN (1968) untersuchten südafrikanische und australische Weizen, die zu verschiedenen Terminen ausgesät wurden und im Rohprotein zwischen 15,1 und 24,2% lagen, auf ihren Aminosäuregehalt und fanden bei diesen hohen Eiweißgehalten keine negative Korrelation zwischen Rohproteingehalt und Lysingehalt.

RINNO und EBERT (1972), die in ihren Untersuchungen mit Winterweizen im allgemeinen eine negative Korrelation zwischen durch

N-Spättdüngung steigendem Rohproteingehalt und dem Lysinanteil im Protein fanden, berichten sogar über eine Sorte, die bei einer Erhöhung des Rohproteingehaltes von 10,3 auf 12,0% eine deutliche Erhöhung des Lysingehalts aufweist.

MATTERN, SALEM, JOHNSON und SCHMIDT (1968) erhielten durch Kreuzung der Weizensorte "Atlas 66" mit zwei anderen Sorten Linien mit sehr hohen Proteingehalten, die sich beim Vergleich der Aminosäuregehalte nicht von den Eltern unterschieden. Damit zeigen sie, daß ein hoher Proteingehalt im Weizen nicht begleitet sein muß von einer weniger günstigen Aminosäure-Balance und daß eine Selektion auf eine verbesserte Aminosäurezusammensetzung in hochproteinreichem Material wirkungsvoll sein könnte.

DOROFEEV, SEMENOVA, STEPANOVA und OCHOTNIKOVA (1971) analysierten eine große Zahl von Winter- und Sommerweizen aus Transkaukasien, das ein primäres Evolutionszentrum für Weizen darstellt. Dabei konnten fünf Varietäten aus dem Winterweizensortiment und zwei Sommerweizenformen mit hohem Eiweiß- und gleichzeitig hohem Lysingehalt festgestellt werden, die für die Getreidezüchtung empfohlen werden.

Eine Überprüfung von 3000 Formen des Welt-Weizen-Sortiments auf ihren Lysingehalt führte nach JOHNSON, WHITED, MATTERN und SCHMIDT (1968) zur Auffindung einiger Formen mit einem Lysingehalt von 4%, während der durchschnittliche Gehalt bei nur 3% lag. Auch VILLEGAS, Mc.DONALD und GILLES (1970), die eine größere Anzahl verschiedener Weizenformen und -sorten auf ihren Lysingehalt untersuchten, stießen dabei auf größere Unterschiede.

Die Tatsache, daß Roggen einen höheren Lysingehalt aufweist als Weizen, wie dies u.a. aus den Arbeiten von BAUMGARTEN, MATHER und STONE(1946), DE VUYST und VERVACK (1960), EWART (1967), JANICKI (1963), JANICKI und KOWALCZYK (1965,1966), KOFRANYI und MÜLLER-WECKER (1960), KÜHNAU (1950) und TKACHUK und IRVINE (1969), VILLEGAS, Mc.DONALD und GILLES (1970) hervorgeht, ist in der Züchtung berücksichtigt worden und führte zu Triticale, einer Kreuzung zwischen Weizen und Roggen. Untersuchungen über die Löslichkeit des Proteins und elektrophoretische Studien von CHEN und BUSHUK (1970a,b,c) zeigen, daß Triticale hinsichtlich seiner Eiweißzusammensetzung eine wirkliche Zwischenstellung zwischen

Roggen und Weizen einnimmt. Triticale weist, wie KNIFFEL (1969) in Versuchen mit Ratten zeigen konnte, die gleiche Proteingqualität wie Roggen auf, während sie bei Weizen deutlich niedriger liegt. Die Überlegenheit von Triticale gegenüber Weizen kann wahrscheinlich auf einen höheren Gehalt an Lysin und an schwefelhaltigen Aminosäuren zurückgeführt werden, wie dies aus den Arbeiten von CHEN und BUSHUK (1970a), TKACHUK und IRVINE (1966), TSEN, HOOVER und FARRELL (1973) und VILLEGAS, Mc.DONALD und GILLES (1970) ersichtlich wird. So scheint Triticale nach KNIFFEL ein potentiell brauchbares Getreide für den menschlichen Konsum zu sein, obwohl weitere Studien über seinen Nährwert nötig sind. Auch FOX und KIES (1970b) konnten dann in ihren Untersuchungen feststellen, daß das Eiweiß von Triticale einen etwas höheren Nährwert für den Menschen hat als das von Weizen. An anderer Stelle (ANONYM 1972) wird darauf hingewiesen, daß Triticale sowohl sehr hohe Erträge als auch Proteingehalte zu bringen scheint, weshalb es zu einem wichtigen Futtergetreide werden könnte.

SCHOLZ (1961) stellt heraus, daß es notwendig ist, neben guten Braugersten ausgesprochene Futtergersten zu züchten, die gegenüber den bisherigen Sorten unter gleichen Anbau- und Düngungsverhältnissen bei möglichst unverändertem Ertrag erhöhte Eiweißgehalte bei gleichbleibender biologischer Eiweißwertigkeit und damit höhere Eiweißflächenerträge liefern. Es wird berichtet, daß mit Hilfe der experimentellen Mutationsauslösung bei Sommergerste mehrere morphologisch kaum veränderte Mutantenstämme entwickelt werden konnten, deren Rohproteingehalte gegenüber denen der Ausgangssorten im Durchschnitt mehrerer Jahre bis zu 27% höher lagen. Die Kornerträge der eiweißreichen Stämme waren unterschiedlich, jedoch wurden gegenüber den Ausgangssorten zum Teil höhere Rohproteinflächenerträge erzielt. Untersuchungen SCHUBHANS an zwei dieser eiweißreichen Stämme ergaben, daß deren biologische Eiweißwertigkeit derjenigen der Ausgangssorte gleichwertig ist. Da bei der Steigerung des Eiweißgehaltes durch ökologische Faktoren das zusätzlich gebildete Eiweiß vor allem auch in den Randschichten des Endosperms gespeichert wird, meint SCHOLZ, sei es interessant festzustellen, in welche eiweißführende Gewebe der Gerstenkaryopsen das zusätzlich gebildete Eiweiß bei den Mutanten eingelagert wird.

BOOK, WUNDERLICH, ARELIENBERG u. HERMAN (1972) weisen auf die spezifische Rolle hin, die die Proteinfraktionen bei der Züchtung protein- und lysinreicher Getreidesorten spielen könnten.

1969 wird von der Schwedischen Saatzuchtvereinigung und dem Landwirtschaftsministerium der Vereinigten Staaten von Amerika über die aus Äthiopien stammende Gerstensorte "Hiproly" berichtet, die bei einem um 20 bis 30% höher als bei gewöhnlichen Sorten liegenden Rohproteingehalt gleichzeitig einen hohen Lysingehalt aufweist. Da "Hiproly" für den Anbau in den USA ungeeignet ist, wird von der Notwendigkeit gesprochen, diese Sorte in gut eingeführte Lokalsorten einzukreuzen, um damit Gersten mit höherem Proteingehalt und gleichzeitig höherem Nähr- und Futterwert zu erhalten, was eine Parallele zu dem lysinreichen Opaque-Mais darstellen würde.

MUNCK, KARLSSON, HAGBERG und EGGUM (1970) stellten eine schwedische Nacktgerste der Sorte Hiproly gegenüber und fanden bei annähernd gleichem Rohproteingehalt der beiden Gersten (17,3 bzw. 16,8%) für die Nacktgerste einen Lysingehalt in % des Proteins von 3,1, für Hiproly jedoch von 4,2. Des weiteren lag in N-Bilanzversuchen mit wachsenden Ratten die N-Resorbierbarkeit und die Lysin-Resorbierbarkeit der Nacktgerste bei 82,0 bzw. 69,5%, die entsprechenden Werte für Hiproly dagegen bei 85,2 bzw. 78,7%. Entsprechend ergab sich für Hiproly mit 76,0 eine deutlich höhere Biologische Wertigkeit des Proteins als für die Nacktgerste mit 71,1.

Auch die Ergebnisse von POMERANZ, ESLICK und ROBBINS (1972) zeigen analog den obigen Ergebnissen, daß Hiproly einen sehr hohen Proteingehalt mit einem gleichzeitig sehr hohen Lysingehalt zu vereinigen vermag. Sie bestimmten für Hiproly bei einem Proteingehalt von 20,1% einen Lysingehalt des Eiweißes von 4,3%, während demgegenüber eine andere hochproteinreiche Gerstenlinie bei einem Proteingehalt von 19,3% nur einen Lysingehalt von 3,0% aufwies.

An dieser Stelle sei auch auf die schon im Abschnitt über die elektrophoretische Auftrennung der Getreideproteine erwähnte Arbeit von INGVERSEN und KØIE (1971) näher eingegangen, die sich um eine Klärung der Ursache des hohen Lysingehaltes von Hiproly

bemühten. Die Autoren fanden Unterschiede in den elektrophoretischen Mustern der Albumin + Globulin-Fraktion verschiedener Gersten. Während bei einer normalen sich im Handel befindlichen Gerstensorte (Carlsberg II) sieben Proteine klar identifiziert werden konnten, wies Hiproly neben diesen Proteinen noch fünf weitere auf, von denen einige auch in zwei anderen offenbar mit Hiproly verwandten Gerstenlinien gefunden wurden. Eines dieser in allen drei lysinreichen Gersten vorkommenden Proteine wurde als sehr lysinreich erkannt. Andererseits konnten keine Unterschiede in den Albumin + Globulin-Mustern zwischen der Carlsberg II-Mutterlinie und der von ihr erhaltenen lysinreicheren Mutante festgestellt werden. Obwohl in den Albumin + Globulin-Mustern also deutliche Sortenunterschiede zutage traten, zeigte keine der untersuchten Gersten eine abweichende Hordeinzusammensetzung.

Über ähnliche Differenzen im Lysingehalt, wie vorstehend für Weizen und Gerste beschrieben, wird auch bei Hafer berichtet. NEHRING und SCHWERTFEGGER (1957) untersuchten eine Anzahl von Hafersorten, die unter gleichen Bedingungen gewachsen waren, zwei Jahre hintereinander auf den Gehalt an Aminosäuren. Während 1955 der Proteingehalt bei höheren Erträgen allgemein deutlich niedriger lag als 1954, bestanden zwischen den verschiedenen Sorten in beiden Jahren nur geringe Unterschiede im Rohproteingehalt, jedoch trotzdem nicht unerhebliche Differenzen im Gehalt an Aminosäuren, wobei zum Beispiel beim Lysin die Gehalte von 3,32-4,26% im Jahre 1954 beziehungsweise von 3,45-4,68% im Jahre 1955 schwankten, beim Methionin von 1,34-1,98% 1954 und 1,64-2,61% im Jahre 1955. Es wird weiterhin gesagt, daß auf Grund dieser zweijährigen Untersuchungsergebnisse zwar noch keine endgültige Aussage gemacht werden kann, ob die Unterschiede im Gehalt an den Aminosäuren wirklich immer sortenspezifisch sind, worauf die Ergebnisse hinzuweisen scheinen, wie zum Beispiel beim Lysin (Fläminggold: 4,03% und 4,24% und Bördeweik: 3,52% und 3,57%), daß jedoch der Sortenfrage bei derartigen Untersuchungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muß.

Die Berechtigung dieser Forderung wird durch die Arbeit von ROBINS, POMERANZ und BRIGGLE (1971) untermauert, die 228 in den

... züchtungen aus verschiedenen Züchtungsprogrammen auf ihren Rohproteingehalt und ihre Aminosäurezusammensetzung untersuchten und dabei auf Isotypen stießen, die neben einem hohen Rohproteingehalt signifikant über dem Durchschnitt liegende Lysingehalte aufwiesen.

Betrachtet man die vorstehend dargelegten Ergebnisse und Meinungen der zahlreichen Autoren, so wird deutlich, daß sich sowohl mittels der Bestimmung der einzelnen Proteinfractionen als auch bei weiterer Auftrennung dieser Fractionen oder durch die Aminosäureanalyse selbst von Fall zu Fall mehr oder weniger deutliche Unterschiede in der Eiweißzusammensetzung von Getreideproben in Abhängigkeit von Sorte, Standort und Düngung ergeben können.

Eine ganz andere Frage ist jedoch, inwieweit diese analytischen Differenzen tatsächlich ernährungsphysiologisch relevant sind. Und zweifellos ist die Charakterisierung der eigentlichen ernährungsphysiologischen Qualität der Getreideproteine ohne entsprechende Ernährungsexperimente an Tier oder Mensch zumindest sehr fraglich. Daß dabei allerdings auch das Ernährungsexperiment seine Schwierigkeiten hat, muß von vornherein in Betracht gezogen werden.

Ein erstes Ergebnis von Fütterungsversuchen zur Bestimmung der biologischen Wertigkeit des Eiweißes verschiedener Gerstensorten bei wachsenden Schweinen und ihre Beeinflussung durch Stickstoffdüngung liegt von NEHRING und SCHRAMM (1940) vor. Sie stellten damals fest, daß praktisch keine Unterschiede in der Verdaulichkeit des Proteins in Abhängigkeit von Sorte und Stickstoffdüngung auftreten. Auch die biologische Wertigkeit des Eiweißes für Erhaltung und Wachstum erwies sich als nahezu unabhängig von Sorte und Düngung und somit allgemein vom Rohproteingehalt, was dazu führte, daß auch die Verwertungskoeffizienten für das Eiweiß keine Abhängigkeit sowohl vom Rohproteingehalt als auch von den Sorten aufwiesen. In späteren Untersuchungen über den Einfluß der N-Düngung auf die Qualität des Gersteneiweißes konnte NEHRING (1956) wiederum in Fütterungsversuchen mit Schweinen keine sicheren Unterschiede für die biologische Wertigkeit des

Eiweißes in Abhängigkeit von der Düngung feststellen, jedoch eine Zunahme der Verdaulichkeit des Eiweißes mit durch verstärkte N-Düngung steigenden Rohprotein-Gehalten. Auch SCHULZ und OSLAGE (1969) konnten in Versuchen mit Schweinen feststellen, daß die Verdaulichkeit mit steigendem Rohproteingehalt der Gerste zunimmt.

Eine Erklärung für diese Tatsache gibt MURK (1964), der die Pepsinverdaulichkeit von Gerstenprotein in der Gesamtprobe und in Mehlfractionen aus Endosperm und Aleuron in Abhängigkeit von Sorte und Stickstoffdüngung prüfte und für das Eiweiß aus dem innersten Endosperm mit seinem höchsten Prolaminanteil die höchste Verdaulichkeit fand. Da die Prolaminfraktion positiv mit dem N-Gehalt des Kornes korreliert, kommt es zu einer Erhöhung der Verdaulichkeit mit steigendem Eiweißgehalt. EGGUM (1970) fand neben einer statistisch gesicherten Erhöhung der Verdaulichkeit auch eine statistisch gesicherte Verminderung der biologischen Wertigkeit bei abnehmendem prozentuaalem Lysingehalt des Eiweißes mit steigendem N-Gehalt in der Gerste. Jedoch nahm die wahre Verdaulichkeit stärker zu als die biologische Wertigkeit ab, so daß trotzdem bei höchstem N-Gehalt in der Gerste die höchste Netto-proteinverwertung erreicht wurde. Lysin wies sowohl bei Schweinen als auch bei Ratten mit Werten zwischen 72 und 77% eine geringere Verdaulichkeit auf als die übrigen Aminosäuren. Ähnliche Werte für die Verfügbarkeit des Lysins fanden GUPTA, DAKROURY, HARPER und ELVEHJEM (1958) und CALHOUN, HAZBURN und BRADLEY (1960). Auch die Ergebnisse von UHLEMANN und FORRE (1970) zeigten, daß Lysin schlechter resorbiert wird als andere Aminosäuren.

Auch SCHILLER und OSLAGE (1970) konnten bei Gerste in Stickstoffbilanzversuchen mit Ratten trotz der Abnahme der biologischen Wertigkeit des Eiweißes bei durch N-Düngung erhöhten Rohproteingehalten infolge einer signifikanten Zunahme der wahren Verdaulichkeit des Proteins eine beachtliche Vermehrung an verwertbarem Eiweiß feststellen.

BERGNER, MÜNCHOW, ZACHARIAS und SCHOLZ (1970) fanden bei verschiedenen Gerstenformen mit unterschiedlichem Rohproteingehalt eine gleich gute Verdaulichkeit, dagegen ließen die eiweißreichen Mutanten ein leichtes Absinken der biologischen Wertigkeit erkennen.

ACHARIA (1959) zeigten Weizenproben, die durch unterschiedliche Düngung verschieden hoch im Proteingehalt lagen, im Tierexperiment keinen bemerkenswerten Effekt auf den biologischen Wert des Proteins. Jedoch war die Menge des verfügbaren Eiweißes oder des Nettoproteins vergleichsweise höher in den Körnern, die durch einen hohen Proteingehalt als einem Resultat der Düngung charakterisiert waren. N-Bilanzversuche mit Ratten, die NEHRING (1959/60) an einigen Weizenproben, über die von BODO (1959/60) berichtet wurde, durchführte, ließen einen leichten Rückgang der Biologischen Wertigkeit mit zunehmendem Proteingehalt erkennen, was jedoch nach Ansicht NEHRINGS niedriger einzuschätzen sein dürfte als die Zunahme des Eiweißgehalts bei verstärkter N-Düngung, so daß es trotz verminderter Wertigkeit zu einer Erhöhung des Gehalts an verwertbarem Eiweiß kommt.

JONES, CALDWELL und WIDNESS (1948) führten mit verschiedenen Getreidearten einen Fütterungsversuch bei Ratten durch und erzielten mit Hafer die höchsten Wachstumssteigerungen.

WEBER, THOMAS, REDER, SCHLEHUBER und BENTON (1957) fanden bei einem Vergleich von 16 Hafervarietäten, die als einzige Eiweißquelle an Ratten verfüttert wurden, Unterschiede im Nährwert zwischen einigen Varietäten, wobei sich jedoch keine Korrelation zwischen den Gewichtsgewinnen der Ratten, denen die Hafervarietäten verfüttert wurden, und der Menge an Lysin und Methionin im Korn ergab. In der Diskussion wird die Frage aufgeworfen, ob der unterschiedliche Nährwert einiger Sorten durch eine verschiedenen hohen Ausnutzung einiger Aminosäuren verursacht werden könnte.

HISCHKE, FOTTER und GRAHAM (1968) untersuchten sieben Hafersorten, die unter gleichen Umweltbedingungen gewachsen waren, auf ihre Proteinqualität. Obwohl die Proben, deren Eiweißgehalte zwischen 18,1 und 22,2% lagen, hoch signifikante Unterschiede im Lysin-, Glutaminsäure- und Glycin-Gehalt aufwiesen, erbrachten Ratten-Wachstumsdaten keine signifikanten Unterschiede für den Nährwert der untersuchten Sorten.

BENGTSSON und EGGUM (1969) konnten keinen Einfluß der N-Düngung auf die Qualität des Haferproteins feststellen, während im Vergleich dazu die Gerste auf steigende N-Mengen mit einer Zunahme der Verdaulichkeit und einer Abnahme der biologischen Wertigkeit reagierte.

BRUNE und THIER (1968a,b) sowie BRUNE, THIER und BORCHERT (1968) prüften die Proteinqualität bei einer Gesamtzahl von 57 Düngungs- und Standortvarianten von Winter- und Sommerweizen, Sommergerste und zwei Hafersorten im Tierversuch. Obwohl die Proteingehalte durch steigende Stickstoffgaben bei jeder Getreideart beträchtlich anstiegen, konnten keine signifikanten Veränderungen der Aminosäure-Relationen festgestellt werden. Trotzdem zeigte sich in N-Stoffwechselversuchen mit jungen Schweinen mit steigender N-Düngung bei Winter- und Sommerweizen eine erhebliche Qualitätsdepression des Proteins. Die Proteinqualität des Sommerweizens lag im allgemeinen über der des Winterweizens. Die Sommergersten zeigten, von Ausnahmen abgesehen, keine düngungsbedingten Qualitätsveränderungen, jedoch waren deutliche Standortunterschiede vorhanden, wobei die Standorte mit höheren Kornerträgen und Proteingehalten eine schlechtere Proteinqualität aufwiesen. Aber auch in diesen Versuchen bestand eine positive Korrelation zwischen Korn-N-Gehalt und N-Resorbierbarkeit. Im Gegensatz zu Weizen und Gerste ließen zwei Hafersorten mit steigenden Stickstoffdüngergaben und dadurch steigenden Kornproteingehalten eine Verbesserung der Proteinqualität erkennen. Da die Ergebnisse der Analyse der essentiellen und nichtessentiellen Aminosäuren und die Ergebnisse des Tierversuches keine gleichgerichteten Tendenzen erbrachten, wird daraus geschlossen, daß den im Tierversuch ermittelten düngungsbedingten Qualitätsänderungen des Proteins, die durch die bloße Bestimmung der Aminosäuren nicht aufgedeckt werden konnten, bisher noch unbekannte Faktoren zu Grunde liegen müssen. Als mögliche Ursachen werden angegeben: "Die Einwirkung bisher nicht bekannter Faktoren, die sich mit der N-Düngung und im Vergleich zum Proteingehalt des Kornes oder qualitativ unverhältnismäßig stark ändern und einen negativen Einfluß auf den tierischen Intermediärstoffwechsel ausüben; Veränderungen der Peptidstruktur, die zu einer Differenzierung der intestinalen Hydrolyse und zeitlich unterschiedlicher Aminosäurenresorption führen, ohne daß die Gesamtverdaulichkeit bzw. -resorbierbarkeit des Proteins betroffen ist; Veränderungen in der Molekülstruktur einzelner Aminosäuren oder Koppelung mit Stoffen, die die Verwertbarkeit behindern und nicht auszuschließende Antigenwirkungen durch Resorption bestimmter Peptide."

11. S. 1187. Der Zusammenhang über die Eiweißqualität der aminosäure-
ten Flämingskrone, Ietkuser Weizhafer und 100 Nackthafer konn-
ten BRÜNE und WILZ (1973) in einem Ratten-Wachstumstest feststel-
len, daß die Sorte Ietkuser Weizhafer der Sorte Flämingskrone
sowohl im Hinblick auf die Gewichtszunahmen als auch die IER über-
legen ist. Der Nackthafer schnitt am schlechtesten ab und zeigte
signifikant niedrigere Qualitätsmerkmale als die Spelzhaferesor-
ten. Während sich für den Nackthafer auch eine signifikant nega-
tive Beziehung zwischen durch N-Düngung gesteigertem Rohprotein-
gehalt und IER ergab, ließen die Spelzhafer diese Beziehung nicht
eindeutig erkennen. Weiterhin konnte ein gewisser Standortein-
fluß auf die geprüften Qualitätskriterien bemerkt werden.

NEHRING (1955, 1959/60) hält für die Beurteilung der Eiweißqua-
lität eines Futterstoffes sowohl den Tierversuch als auch die
Aminosäureanalyse für wichtig, um daraus Maßnahmen zur Verbesse-
rung der Eiweißqualität ableiten zu können. Aus der Aminosäure-
analyse ist zu ersehen, welche Aminosäuren im Defizit vorhanden
und daher für eine Verminderung der Eiweißqualität verantwort-
lich sind, während der Tierversuch über tatsächliche Verwertbar-
keit des Eiweißes Auskunft gibt, die auch durch Faktoren beein-
flußt werden kann (Bindungsform der Peptide, Inhibitoren, son-
stige Wirkstoffe), die durch eine normale Bausteinanalyse des
Eiweißes nicht erkannt werden können. Des weiteren weist NEHRING
darauf hin, daß die Qualität eines Futterstoffes mit bestimmt
wird durch die Gegenwart der gleichzeitig verfütterten Stoffe
und somit nur im Rahmen einer Gesamtration zu beurteilen ist,
daß jedoch die Kenntnis der Qualität und der möglichen Qualitäts-
änderungen der einzelnen Futterstoffe wichtig ist, um die Ratio-
nen sinnvoll zusammenstellen zu können.

An dieser Stelle sei auch auf die zahlreichen Arbeiten hingewie-
sen, von denen hier nur einige als Beispiel angegeben werden sol-
len, die sich mit der Aufwertung der Getreideproteine durch ande-
re Eiweißquellen pflanzlicher oder tierischer Herkunft oder aber
durch Zusatz von reinem Lysin oder auch weiteren die Biologische
Wertigkeit des Getreideeiweißes limitierende Aminosäuren befas-
sen: ANTILA, LAAKSONHEIMO und ANTILA (1965), CREMER, LANG, HUBBE
und KULIK (1951), DESBRIANDE, HARPER und ELVEHJEM (1957), FELD-

HEIM (1973), FLODIN (1959), HENNIG, SCHULER und GRUHN (1973), HOFFMANN und NEIL (1949), HUNDLEY, ING und KRAUSS (1956), HUTCHINSON, MORAN und FACE (1956,1962), JANSEN und EHLE (1965), KIES und FOX (1970a,1972), KIHLEBERG und ERICSON (1964), KIRCHGESSNER (1964), LIGHT und FREY (1943), Mc.CLURE (1958), MITCHELL und SMUTS (1932), MÜLLER und MASSBERG (1955), NEHRING und BOCK (1962), POMERANZ (1962), RANHOTRA, HERBURN und BRADLEY (1971), REITZ (1964), ROSENBERG und ROHDENBURG (1952), ROSENBERG, ROHDENBURG und BALDINI (1954), SCHUPHAN und WEINMANN (1958), SEELEY, ZIEGLER und SUMNER (1950), SHEHATA und FRYER (1970), STILLINGS, SIDWELL und HAMMERLE (1971), SURE (1953,1954,1957), TANG, LAUDICK und BENTON (1958), TSEN und HOOVER (1973), WEINMANN und SCHUPHAN (1958).

Neben dem energetischen Wert und der Quantität und Qualität der Proteine spielen beim Getreidekorn auch die Mineralstoffe eine nicht geringe Rolle in technologischer und ernährungsphysiologischer Hinsicht. Auf die in diesem Zusammenhang wichtigen Fragen in der technologischen Getreideweiterverarbeitung soll hier nicht eingegangen werden; die wichtigsten Aufgaben der Mineralstoffe im menschlichen und tierischen Organismus sollen jedoch kurz dargelegt werden:

Calcium, Magnesium und Phosphat sind die wichtigsten Aufbauelemente von Knochen und Zähnen. Daneben haben sie aber noch weitere wichtige Aufgaben im Stoffwechsel zu erfüllen.

Calcium wird für die Aufrechterhaltung der normalen indirekten Muskel-erregbarkeit und die Abdichtung der Kapillärwände und Zellmembranen gebraucht und ist außerdem als Blutgerinnungsfaktor unerlässlich.

Magnesium dient als Aktivator einiger Enzyme; auch die normale Erregbarkeit der Gewebe setzt eine bestimmte Konzentration der Mg-Ionen voraus.

Phosphat ist am Aufbau folgender lebenswichtiger Verbindungen beteiligt: Adenosinphosphate, Kreatinphosphate, Phosphoproteide und Phosphatide bzw. Phospholipide. Den Phosphaten kommt weiterhin als Puffersubstanzen eine Bedeutung zu.

Kalium ist als Katalysator am Auf- und Abbau energiereicher Phos-

phatverbindungen beteiligt und beschleunigt die Phosphorylierungsvorgänge. An den Zellgrenzen sorgt eine "Natrium-Kalium-Pumpe" für die Aufrechterhaltung einer optimalen Ionenkonzentration in den Zellen. Außerdem sind Kaliumbewegungen durch die Zellmembran mit der Erregbarkeit der Muskel- und Nervenzellen verknüpft.

Nach VORWERCK (1967) machen die Elemente Kalium, Phosphor, Calcium und Magnesium im Getreidekorn 90% des Gesamtmineralstoffanteils aus.

Über die Verteilung der Mineralstoffe im Weizenkorn geben die Untersuchungen von CZERNIEJEWski, SHANK, BEGTEL und BRADLEY (1964), GRISCHENKO (1935), HILTON (1959), MAMBISH (1953) und MORRIS, PASCOE und ALEXANDER (1945) Auskunft.

Auf der Grundlage der Ergebnisse von HILTON (1959) hat SEIBEL (1966) die prozentuale Verteilung der Mineralstoffe über das Korn errechnet. Danach enthalten

Aleuronschicht	56-60%
Endosperm	20-26%
Frucht- und Samenschale	7-10%
Scutellum	6-8%
Keimling	3-4%

des Gesamtaschenanteiles.

Eine Besonderheit des Phosphorgehalts der Getreidearten ist die Tatsache, daß ein großer Teil des Phosphors in Form von Phytin vorkommt, dem Ca-Mg-Salz des Inosithexaphosphorsäureesters. Phytin kann mit Calcium sehr schwer lösliche Komplexe bilden und auf diese Weise einen Teil des Calciums, dessen Gehalt in den Getreidearten sowieso recht niedrig liegt, der Resorption entziehen. Nach KURMIES (1960) teilt sich der Gesamt-P₂O₅-Gehalt von Weizen und Gerste folgendermaßen auf:

	Weizen % der Ges.-Phosphorsäure	Gerste
Phosphatid-Phosphorsäure	5,0	7,2
Anorganische Phosphorsäure	6,6	9,9
Eiweißphosphorsäure	19,7	19,1
Phytinphosphorsäure	68,7	63,8

Lange Zeit wurde dem Hafer, der als besonders phytinreich galt, eine rachitogene Wirkung zugeschrieben. SCHORMÜLLER und WÜRDIG (1957) konnten jedoch nachweisen, daß die Werte für den Phytin-gehalt des Hafers durchaus in der Größenordnung liegen, wie sie bei anderen Getreidearten gefunden werden (s.nachfolgende Übersicht):

	Phytin-P (Mittel) in der Trockensubstanz in mg%
Roggen	247
Weizen	280
Hafer (entspelzt)	265
Hafer (bespelzt)	272
Gerste	212
Mais	241

Im Unterschied zu anderen Getreidearten ist allerdings bei Hafer der Phytin-gehalt ziemlich gleichmäßig über das ganze Korn verteilt, und zum anderen weist der Hafer eine nur geringe Phytase-aktivität auf. MENGER (1951) gibt an, daß unter optimalen Bedingungen nur 7% des Haferphytins durch korneigene Fermente gespalten werden. Beides erklärt die von SCHORMÜLLER und WÜRDIG (1957) gemachte Feststellung, daß nur sehr geringe Unterschiede zwischen dem Phytin-gehalt des Haferkornes einerseits und den verarbeiteten Haferprodukten andererseits bestehen. Nach DIMAIR und BECKER (1955) ist bei Weizen das Phytin zu 70% in den Aleuronzellen und zu 30% im Endosperm enthalten. Deshalb weisen auch niedrig ausgemahlene Hafermehle immer noch einen gewissen Phytin-gehalt auf, der höher als bei entsprechenden Weizenmehlen liegt. Des weiteren hat Weizen einen hohen Gehalt an Phytase, wodurch bei entsprechender Lenkung technologischer Verarbeitungsprozesse Vollkornprodukte erhalten werden können, deren Phytin-gehalt durch Phytase weitgehend abgebaut werden kann (SCHORMÜLLER und WÜRDIG 1957).

Heute wird dem Phytin-gehalt des Hafers keine besondere Bedeutung mehr beigemessen, da bei normaler gemischter Kost eine ausreichende Versorgung mit Calcium gesichert erscheint, zumal Hafer häufig mit Milch angerichtet wird, deren hoher Calcium-gehalt eine Phytinwirkung auf den Stoffwechsel ausschließt (MENGER 1951).

Selbst in der Sämlingsernährung sieht man in dem Phytin Gehalt des Hafers keine Gefahr, da in den zur Anwendung kommenden Hafer-schleimverdünnungen der Phytin Gehalt so gering ist, daß er auch hier im Hinblick auf den Calcium Gehalt der Milch und des Hafers keine Rolle spielt (MOLLER 1956).

Die Gehalte des Getreidekornes an den einzelnen Mineralstoffen sind abhängig von

Getreideart
 Sorte
 Standort
 Jahreswitterung
 Düngung.

Je nach den angelegten Maßstäben wird in der Literatur teils von unbedeutenden, teils von deutlichen Unterschieden in den Mineralstoffgehalten der einzelnen Getreidearten berichtet. Aus einer Vielzahl von Einzelproben gibt NEHRING (1960 und 1963) folgende "mittlere Gehaltszahlen" an:

Prozentgehalte an Mineralstoffen im Getreidekorn

	K	Na	Ca	Mg	P
Roggen	0,525	0,044	0,043	0,102	0,358
Weizen	0,442	0,104	0,093	0,157	0,319
Gerste	0,492	0,052	0,050	0,114	0,358
Hafer	0,375	0,104	0,100	0,102	0,301

Aus diesen Werten erheben sich demnach deutliche Differenzen zwischen den einzelnen Getreidearten.

Diese in der Literatur für die einzelnen Getreidearten angegebenen Mineralstoffgehalte lassen aber zweifellos nur bedingt eine Aussage über tatsächliche artspezifische Unterschiede zu, da die Untersuchungsproben in der Regel nicht unter gleichen Umweltbedingungen aufgewachsen sind. Und daraus resultieren auch die in der Literatur zu findenden großen Schwankungsbreiten für jeden einzelnen Mineralstoff bei einundderselben Getreideart, so daß sich die Gehalte der verschiedenen Getreidearten teilweise doch stark überschneiden.

Es liegen bisher kaum Ergebnisse aus Versuchen vor, wo die verschiedenen Getreidearten auf gleichem Standort unter gleichen Witterungsbedingungen und bei etwa gleicher Nährstoffversorgung (Düngung, Vorfrucht) erzeugt wurden, so daß es schwerfällt, das Ausmaß echter artspezifischer Unterschiede an Hand der bisherigen Ergebnisse sicher zu bestimmen.

Über den Einfluß der Sorte innerhalb einer Getreideart auf die Mineralstoffgehalte im Korn liegen ebenfalls nur relativ wenig Untersuchungen vor. Diese Ergebnisse haben aber den Vorzug, daß die einzelnen Sorten unter tatsächlich gleichen Umweltbedingungen - einschließlich Vorfrucht, Düngung u.ä. - gewachsen sind, so daß echte Sortenunterschiede erfaßt werden können. Während ZELLER und SCHÜLLER (1966) keine nennenswerten genetisch bedingten Unterschiede im Mineralstoffgehalt verschiedener Weizensorten nachweisen konnten, lassen die Ergebnisse von CEYLAN (1966), EL GINDY, LAMB und Burrell (1957), KLEESE, RASMUSSEN und SMITH (1968), RASMUSSEN, HESTER, FICK und BYRNE (1971), SINGH und LAMB (1960) zum Teil deutliche Sortenunterschiede bei den Getreidearten erkennen - zumindest in Einzelfällen. Insgesamt ist dieser Frage aber bis heute nur in völlig unzureichendem Maße überhaupt Beachtung geschenkt worden.

Wesentlich zahlreicher sind die in der Literatur bisher vorliegenden Ergebnisse über die Mineralstoffgehalte der Getreidekörner in Abhängigkeit von Standort und Jahreswitterung sowie von der Nährstoffversorgung und von speziellen Düngungsmaßnahmen. Aus den Arbeiten von AHLHEIM (1965), BEESON (1941), CEYLAN (1966), EL GINDY, LAMB und BURRELL (1957), GANSSMANN (1967), GREAVES und HIRST (1929), GREAVES, BRACKEN und HIRST (1940), KLEESE, RASMUSSEN und SMITH (1968), OEHM (1966), RUHARA (1971), SCHRENK und KING (1948), SINGH und LAMB (1960), VORWERCK (1967), ZELLER und SCHÜLLER (1966) u.a. geht hervor, daß der Mineralstoffgehalt des Getreidekornes von der Bodenart, Bodenbearbeitung und Bodenbeschaffenheit sowie dem Gehalt des Bodens an Nährstoffen, der Düngung, ferner von Klima und Jahreswitterung und der Wasserversorgung abhängt. Erhöhter Niederschlag und dadurch bedingt erhöhte Bodenfeuchtigkeit führt zum Beispiel im allgemeinen zu einem höheren Mineralstoffgehalt. Andererseits finden sich in Getreide-

proben, die in einem Sonnenfeld und in einem schattigen Feld, oft höhere Mineralstoffgehalte als in Körnern aus sonnenärmeren Gebieten. Aber auch in diesem Falle ist es natürlich schwierig, zu klären, inwieweit diese Unterschiede auch durch andere Faktoren mitbedingt sind. Außer Zweifel aber steht, daß relativ große Standorteinflüsse gegeben sind.

Für die gezielte Beeinflussung des Mineralstoffgehalts der Getreidekörner ist jedoch ohne Frage die Wirkung der Nährstoffversorgung bzw. speziellen Düngungsmaßnahmen von besonderer Bedeutung. Dabei kann davon ausgegangen werden, daß eine nicht optimale Versorgung der Getreidepflanze mit dem betreffenden Mineralstoff in der Regel auch zu einem verminderten Gehalt im Getreidekorn führt, wenn die Gehaltsdifferenzen auch im Korn meist weniger deutlich zutage treten als in der wachsenden bzw. unreifen Pflanze. Andererseits sind die Grenzen für eine Mineralstoffanreicherung im Getreidekorn durch stark erhöhte Gaben an dem betreffenden Mineralstoff relativ eng gezogen, so daß eine über einen bestimmten Grenzwert hinausgehende Anreicherung auf diesem Wege nur sehr bedingt und bei den einzelnen Mineralstoffen in unterschiedlichem Ausmaße möglich ist. Gleichzeitig ist zu beachten, daß der Gehalt des Getreidekorns an einem bestimmten Mineralstoff auch relativ stark durch die Versorgung der Pflanze mit anderen Mineralstoffen bzw. Nährstoffen beeinflusst wird. Dies ist vor allem einerseits für die Wechselbeziehungen zwischen Ca und K sowie Na und Mg, aber auch zwischen K und Mg usw. bekannt; andererseits ist der starke Einfluß der N-Versorgung auf die Aufnahme und die Anreicherung der übrigen Nährstoffe - vor allem des Kaliums - seit langem bekannt.

In letzter Zeit ist vor allem die Frage aktuell geworden, inwieweit die zur Proteinerhaltserhöhung durchgeführte zusätzliche späte Stickstoffdüngung auch zu einer Veränderung im Mineralstoffgehalt der Getreidekörner führt. Hierüber berichten u.a. CERNIAK (1966), GASSMANN (1967), JAHN-DEESBACH und WILHELM (1967), KURZEN und GASSMANN (1965/66) und MAY (1970). Aus den Ergebnissen dieser Autoren geht hervor, daß der Einfluß der zusätzlichen späten Stickstoffgaben von Fall zu Fall verschieden nach Richtung und Ausmaß ist. Mehrfach wird von einer Erhöhung der N- und

Mg-Werte, teilweise aber auch von erhöhten K-Werten infolge zusätzlicher später Stickstoffgaben berichtet. Allerdings weisen JAHN-DEESBACH und WELFERT (1967) auch auf fallende Gehalte hin, wenn die Erträge positiv beeinflusst waren. Und es muß an dieser Stelle deutlich herausgestellt werden, daß das jeweils erreichte Ertragsniveau in allen Fällen einen großen Einfluß auf die Mineralstoffgehalte insofern ausübt, als höhere Erträge meist zu niedrigeren Mineralstoffgehalten führen und umgekehrt. Dies gilt nicht nur im Zusammenhang mit der Düngung, sondern auch hinsichtlich Standort, Jahreswitterung usw.

Insgesamt gesehen kann festgestellt werden, daß die bisher vorliegenden Kenntnisse über die Mineralstoffgehalte des Getreidekorns in Abhängigkeit von genetischen und Umweltfaktoren sehr unvollkommen und widersprechend sind, vor allem auch was das Ausmaß der durch Genotyp und Umwelt bedingten möglichen Veränderungen betrifft.

Bei der Getreideart Hafer kommt neben den bereits behandelten Faktoren auch dem Fettgehalt des Kornes und den Fettsäureanteilen im Haferfett eine ernährungsphysiologische Bedeutung zu.

Der hohe Energiegehalt der Hafernährmittel ist vor allem auf den hohen Fettanteil zurückzuführen. So liefern nach WIRTMS (1966) 100 g Haferflocken 402 Kal., dagegen 100 g Weizengrieß nur 370 Kal. Besonders wichtig aus ernährungsphysiologischer Sicht ist aber nicht die hohe, vor allem aus dem Fettgehalt des Hafers resultierende Kalorienzahl, sondern die günstige Zusammensetzung des Haferfettes. Es enthält teilweise über 40% Linolsäure, der als mehrfach ungesättigter Fettsäure im menschlichen und tierischen Stoffwechsel eine besondere Bedeutung zugeschrieben wird. Sie kann vom Organismus nicht synthetisiert werden und muß daher, ebenso wie die essentiellen Aminosäuren, mit der Nahrung zugeführt werden. Der Wirkungsmechanismus der essentiellen Fettsäuren ist noch weitgehend ungeklärt. Die Beobachtung, daß Linolsäure den Cholesteringehalt des Blutes zu senken vermag, hat besondere Bedeutung im Zusammenhang mit der Arteriosklerose erlangt, da das Cholesterin als Ablagerungsstoff in der Arterienwand bei dieser Krankheit eine Rolle spielt (FISCHBACH 1967, KOMMERELL und SCHLIERF 1965).

Über die Verteilung des Fettes im Haferkorn gibt die folgende Übersicht von BERLIGER (1936) Auskunft.

Kornanteil	Fett %	Anteil am Fett d. Ges.Kornes %	Gewichts-% Fettsäuren (bezogen auf Gesamtfettsäuren)							
			C12:0 + C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0
Karyopse	6,54	87,5	0,2	16,1	0,5	1,7	56,3	42,6	5,2	-
Keimling	50,7	9,1	0,2	17,5	0,8	1,1	57,9	57,4	4,9	0,2
Spelze	0,18	5,4	5,4	22,5	5,4	5,4	29,3	30,9	5,7	5,2

Der Haferkeimling ist mit einem Fettgehalt von etwa 30% sehr fettreich. Der Fettgehalt der entkeimten Karyopse beträgt 6,54%, während die Spelzen kaum noch Fett enthalten. Der Anteil des Spelzenfettes am Fett des gesamten Kornes bleibt trotz des recht hohen Spelzenanteils dadurch sehr gering. Der Anteil des Keimlingfettes am Gesamtfett erreicht dagegen eine Höhe von 9%, obwohl das Keimlingsgewicht nur 1,6% des Gesamtgewichts eines Kornes ausmacht. 88% des Kornfettes sind im Endosperm und in der Kleie lokalisiert. Somit liegt der prozentuale Fettgehalt umso höher, je kleiner die Karyopse ist, da der fettreiche Keimling im kleinen Korn einen relativ größeren Anteil ausmacht als im großen Korn.

Obwohl sortenspezifische Unterschiede im Fettgehalt des Hafers bestehen (BROCK, ALEXANDER und GARRER 1960, BAKER und KEMZLE 1972), wird der Fettgehalt nicht unwesentlich von Standort und Düngung beeinflusst. FRIMMEL (1959) fand, daß der Fettgehalt sowohl von der Sorte als auch dem Standort beeinflusst wird, daß jedoch die Fettbildung mehr vom Standort als von der Sorte abhängig ist. Bei einem Vergleich von 3 Standorten fand er den höchsten Fettgehalt auf dem Standort mit größter Luftfeuchtigkeit. Auch FRIMMEL (1970b) gibt an, daß der Rohfettgehalt des Hafers als Produkt aus genetischer Veranlagung und Umwelteinfluß verstanden werden muß, kann jedoch an Land seiner Untersuchungen auch zeigen, daß die Sorteneigentümlichkeit durch Umwelteinflüsse nicht verlorengeht - daß zwar der absolute Fettgehalt von der Jahreswitterung und dem Standort abhängig ist, jedoch

die Rangfolge der Sorten in Bezug auf ihren Fettgehalt auf allen Standorten gleich ist.

STUKE (1960) konnte feststellen, daß für den Rohfettgehalt nicht so sehr die Gesamtdauer der Vegetationsperiode von Bedeutung ist, als vielmehr die Zeitspanne zwischen Rispenschieben und Reife. Witterungsbedingungen, die ein langsames und gleichmäßiges Ausreifen der Körner ermöglichen, begünstigen die Fetteinlagerung, während ein zu schnelles Reifen infolge Hitze und Trockenheit wie auch regnerisches, kühles Wetter zur Zeit der Reife die Fetteinlagerung hemmen. Des weiteren errechnete STUKE (1961) eine negative Korrelation zwischen Eiweißgehalt und Fettgehalt. Wurde durch Umweltbedingungen der Eiweißgehalt gesteigert, so nahm in der Regel der Fettgehalt ab, jedoch wurde diese Korrelation auch durchbrochen, indem es in einigen Fällen sowohl zu einem Anstieg des Proteins als auch des Fettgehaltes kam. Auch KÜRTEN und GANSSMANN (1965) und GANSSMANN (1967), die den Einfluß von Standort und Düngung auf die Qualität des Hafers untersuchten, fanden im allgemeinen bei Standorten mit eiweißarmen Partien hohe Fettgehalte, desgleichen fiel der Fettgehalt im allgemeinen bei durch erhöhte Düngung steigenden Rohproteingehalten ab, jedoch konnten auch sie zeigen, daß nicht in jedem Fall mit einem hohen Eiweißanteil ein niedriger Fettgehalt verbunden sein muß. Des weiteren bestätigen ihre Ergebnisse die von STUKE gemachten Beobachtungen über den Einfluß der Witterung auf den Fettgehalt in der Zeit zwischen Rispenschieben und Reife. Die Standorte mit den fettreichsten Haferkörnern wiesen im Zeitabschnitt der Kornausbildung zwischen Rispenschieben und Gelbreife die geringsten Niederschläge auf. Andererseits hatten die Standorte mit niedrigem Fettgehalt während der Kornausbildungsphase hohe Niederschlagsmengen zu verzeichnen.

HUEBNER (1951) konnte weiterhin die Erfahrung machen, daß nasches Erntewetter auch einen Einfluß auf den Fettgehalt ausüben kann. Bei den Sorten Fichtelgebirgshafer und Vienaer trat eine starke Senkung des Fettgehaltes bei Nasernte ein, während die Sorten Strubes Gelb und Flämingsgold keine Wirkung zeigten.

Die Beziehung zwischen Rohproteingehalt und Fettgehalt wird auch

aus der Arbeit von GAUSSMANN (1964b) deutlich. Er fand bei der Sorte Sonnenhafer, die in einem Jahr auf verschiedenen Standorten angebaut wurde, zwar nur eine geringe Schwankungsbreite im Fettgehalt, jedoch deutete sich auch hier eine negative Korrelation zwischen Eiweißgehalt und Fettgehalt an. Diese Tendenz wird weiterhin bestätigt bei einem Vergleich von Westaustral-Hafer mit Inlandhafer, wobei Westaustral-Hafer im Gegensatz zu Inlandhafer einen sehr viel niedrigeren Rohproteingehalt, aber einen sehr viel höheren Fettgehalt aufweist. In einem Nachbauversuch von Westaustral-Hafer in Deutschland nahm dieser hinsichtlich des Nährstoffgehalts völlig "Inlandcharakter" an, d.h., der hohe Fettgehalt sank ab, während der Eiweißgehalt anstieg.

Von BERINGER (1966) liegt eine Untersuchung über den Einfluß der N-Düngung bei einmaligen bzw. geteilten Gaben auf Fettgehalt und Fettsäuremuster von Haferkörnern vor. Er fand, daß die N-Düngung den Fettgehalt geringfügig erniedrigt, daß aber das Fettsäuremuster praktisch unverändert bleibt. Eine zusätzliche späte Stickstoffgabe ließ keine besondere Wirkung auf Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung erkennen, lediglich zum Zeitpunkt der Totreife kam es zu einer geringfügigen Zunahme der Linolsäure; entsprechend nahm die Ölsäure als Vorläufer der Linolsäure etwas ab. Es ist wahrscheinlich, daß dieser geringe Einfluß der N-Düngung auf das Fettsäuremuster auf eine gewisse Nachreife zurückzuführen ist, da Haferkörner, die im Stadium der Milch- bzw. Gelbreife geerntet wurden, einen solchen Zusammenhang zwischen steigenden N-Gaben und dem steigenden prozentualen Anteil an Linolsäure nicht erkennen ließen.

In einer weiteren Arbeit ging BERINGER (1967) der Frage nach, ob und in welchem Ausmaß sich die Temperatur auf die Fettsynthese und die Fettqualität von Haferkörnern auswirkt. Bis zur Blüte am 20.6. einheitlich angezogene Haferpflanzen kamen im Vegetationsabschnitt von der Blüte bis zur Reife in Klimakammern, um den Einfluß der Tagestemperaturen (12°C bzw. 30°C) in verschiedener Kombination auf Kornertrag, Fettmenge und Fettqualität prüfen zu können. Da sowohl für den Ertrag als auch für den Fettgehalt die ersten drei Wochen nach der Blüte entscheidend sind, wurde zur Ermittlung des Ertrages, der Fettmenge und der Fett-

säurezusammensetzung ein Teil der Gefäße 25 Tage nach der Blüte geerntet. Die übrigen Gefäße wurden entweder bei der gleichen Temperatur (12°C bzw. 30°C) bis zur Reife weiterkultiviert oder von 12°C nach 30°C bzw. 30°C nach 12°C umgestellt. Durch die bei kühlen Temperaturen verzögerte Ausreifung wurde der Erntetermin der bei 12°C kultivierten Varianten aufgeschoben (11. August u. 31. August). Es zeigte sich, daß kühle Temperaturen während der ersten drei Wochen nach der Blüte sowohl den Ertrag als auch den Fettgehalt steigern. Die Steigerung des Kornertrages und des Fettgehaltes durch kühle Temperaturen führt natürlich zu einem höheren Fettertrag/Gefäß, der bei den 12° -Varianten um fast 100% höher liegt als bei den 30° -Varianten. Ebenso trifft auch bei Hafer - was auch schon LINDBERG, TANHUANFÄÄ, NILSSON und WASS (1964) feststellen konnten - die allgemeine Beobachtung zu, wie sie andere Autoren bei verschiedenen anderen Ölpflanzen (CANVIN 1965, DYBING und ZIMMERMANN 1966, HARRIS und JAMES 1969a) und auch in in-vitro-Untersuchungen nachgewiesen haben (HARRIS und JAMES 1969b, RINNE 1969), daß kühle Temperaturen zu einem relativ höheren Gehalt an ungesättigten Fettsäuren führen. Der Anteil der gesättigten Fettsäuren beträgt bei 30°C ca. 20%, bei 12°C hingegen nur ca. 14%. Beim Vergleich der Fettsäuremuster der immer bei 30°C und der immer bei 12°C kultivierten Pflanzen zeigt sich, daß sowohl der Linolsäure- als auch der Ölsäureanteil bei 12°C höher liegt als bei 30°C . Auch hinsichtlich der Anteile an Öl- und Linolsäure bestehen innerhalb der beiden Temperaturvarianten Unterschiede. Bei 30°C ist bereits 23 Tage nach der Blüte der Gehalt an Linolsäure höher als der an Ölsäure, bei 12°C ist dagegen noch der Ölsäureanteil höher. Bis zur Totreife nimmt dann in allen Varianten der Linolsäureanteil zu, und da die Ölsäure der Vorläufer der Linolsäure ist, nimmt die Ölsäure entsprechend ab. Bei hoher Temperatur liegt der Zeitpunkt der Umwandlung offensichtlich früher und umfaßt vor allem eine kürzere Zeitspanne als bei Temperaturen unter 20°C . Die Zeit der Nachreife führt nur noch bei den in der "Fettbildungsphase" bei 12°C kultivierten Gefäßen zu einer Zunahme der Fettmenge. Die Art der synthetisierten Fettsäuren wird auch in diesem Vegetationsabschnitt von der Wachstumstemperatur beeinflusst. Bei höherer Temperatur ist auch hier die Tendenz zu größerer Sättigung der Fettsäuren

zu beobachten, während kühlere Temperaturen zu einem höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren führen.

Auch neuere Untersuchungen von BERLINGER (1971) machen noch einmal den großen Einfluß der Temperatur auf das Fettsäuremuster deutlich.

Über eigene bereits veröffentlichte Teilergebnisse siehe bei JAHN-DEESBACH, MARQUARD und SCHILLER (1971).

Bei allen diesen Biogenese-Reaktionen kommt nach DOMBERT und BERLINGER (1970) offenbar dem Sauerstoffangebot eine zentrale Bedeutung zu, so daß nach THIES (1971) sowohl der Einfluß tiefer Temperaturen als auch die verschiedentlich nachgewiesene Licht-Wirkung auf die Bildung ungesättigter Fettsäuren letztlich über das durch diese Faktoren veränderte Sauerstoffangebot bzw. die Sauerstoffverteilung wirksam werden.

Insgesamt gesehen zeigen die in der Literatur vorliegenden Ergebnisse deutlich auf, daß die Fettmenge und die Fettqualität des Hafers vorwiegend abhängig sind von Genotyp und Klimafaktoren, und daß Boden- und Nährstoffeinflüsse sich nur in Einzelfällen deutlich, in den weitaus meisten Fällen aber nur sehr gering auswirken.

Ein weiteres wichtiges Qualitätsmerkmal bei Hafer ist sowohl bei Industriehafer als auch bei Futterhafer der Spelzengehalt. Das Haferkorn setzt sich aus dem eigentlichen Haferkorn und zwei ihn umhüllenden Spelzen zusammen, der größeren Deckspelze und der feineren Vorspelze. Der Spelzengehalt gibt das Verhältnis von Spelzenanteil zu Gesamtkorn wieder. Er ist eine der wichtigsten Wertgrößen bei der Haferverarbeitung, da von ihm im wesentlichen die prozentuale Ausbeute an Fertigprodukten abhängt. Daneben wird die Ausbeute allerdings auch noch von anderen Korneigenschaften (BRÜCKNER 1955) und nicht zuletzt auch von den jeweiligen Schäl- und Verarbeitungseinrichtungen eines Betriebes beeinflusst. Eine hohe Ausbeute kann jedoch nur eine Haferpartie mit einem niedrigen Spelzengehalt liefern. Ein Spelzengehalt gilt als niedrig, wenn er 25% nicht überschreitet und als hoch, wenn er über 27% liegt. Neben dem Spelzengehalt ist auch noch der Spelzensitz von besonderer Bedeutung für die Schälbarkeit des Hafers (GALLSCHALL 1955).

Während für die menschliche Ernährung nur die spelzenfreien Haferkörner Verwendung finden, wird der Hafer in der Tierernährung größtenteils bespelzt verfüttert. In der Fütterung mono-gastrischer Tiere, aber auch bei Mastkationen für Fleischzucht-wiederkäufer, kann der Spelzengehalt zu einem limitierenden Fak-tor werden, wenn die optimalen Rohfasergehalte im Futter dadurch überschritten werden. Sowohl aus ernährungsphysiologischer und dadurch resultierend auch aus technologischer Sicht ist also der Spelzengehalt des Hafers und damit die Kenntnis über seine Ab-hängigkeit von Genotyp und Umwelt von großer Wichtigkeit.

WOHACK (1953) untersuchte die in Oberösterreich angebauten Hafer-sorten auf ihren Spelzengehalt und konnte dabei aufgrund von mehr oder weniger ausgeprägter Grob- oder Feinspelzigkeit drei Grup-pen unterscheiden: Sorten mit einem Spelzengehalt bis 26%, von 26% bis 29% und über 29%, wobei der größte Teil der Sorten in die Mittelgruppe eingeordnet werden mußte. Er hält den Spelzen-gehalt als Sortenmerkmal für mindestens so brauchbar wie das PKG.

ROHRLICH und BRÜCKNER (1958) untersuchten an einem großen Mate-rial deutscher Hafersorten- und -stämme neben anderen Qualitäts-merkmalen auch den Spelzengehalt und konnten einen gewissen zu-sammenhang feststellen zwischen Spelzengehalt und Tausendkorn-gewicht. Körner mit niedrigem Tausendkorngewicht waren spelzen-reicher als solche mit hohem, wobei jedoch diese Beziehung da-durch überdeckt wurde, daß die leichteren Innenkörner spelzen-ärmer sind als die schwereren Außenkörner. Die positive Korre-lation zwischen Tausendkorngewicht und Spelzenanteil kam aber nur zutage, wenn unterschiedlich schwere Außenkörner derselben Sorte untersucht wurden. Des weiteren konnte festgestellt wer-den, daß Weißhafersorten einen etwas niedrigeren Spelzenanteil aufwiesen als Gelbhafersorten. Am spelzenreichsten waren die Schwarzhafersorten.

GANSESMANN (1964a,b) und FRITZ (1970a) weisen darauf hin, daß genetisch bedingte Unterschiede im Spelzengehalt vorhanden sind, die jedoch durch den Einfluß von äußeren Wachstumsfaktoren, ins-besondere von Standort und Jahreswitterung, völlig überdeckt wer-den können. Daß dabei die Wasserversorgung der Pflanze eine über-ragende Rolle spielt, geht auch aus den Versuchen von SCHUMMEL

und Kalkulation hervor. Dies liegt daran, daß im Laufe der Kornentwicklung erst die einzelnen Teilchen werden und erst dann die Einlagerung der Korngewichtsstoffe beginnt, so daß ungünstige Wachstumsbedingungen zu einer unvollständigen Einlagerung der Kornsubstanz und damit zu einem hohen Speisengehalt führen und andererseits alle Faktoren und Maßnahmen, die die Korn- bzw. Kornausbildung fördern, eine Senkung des Speisengehalts verursachen. Diese Tatsache verdeutlicht die Beziehung zwischen Feinsandkorngroßheit und Speisengehalt und bildet die Erklärung für die großen Standortbedingten Unterschiede im Speisengehalt von Hafer, wie sie von Kertin und Gassmann (1955/56) beschrieben werden. Sie konnten weiters eine deutlich positive Korrelation des Speisengehalts durch statistische Mittelwerte feststellen, jedoch blieb die Wirkung der Düngung gering im Vergleich zu den großen Standortunterschieden. Erwähnenswert ist noch, daß im allgemeinen die Standorte mit guten Qualitäten auch die ertragsreichsten waren. Einen nicht immer gleich gerichteten Effekt erhöhter und später N-Düngung konnte Fritze (1970a) feststellen, jedoch war der Speisengehalt durch verbesserte N-Düngung in vielen Fällen verringert.

Zusammenfassend läßt sich anhand der hier besprochenen und weiterer hier nicht näher erörterten Ergebnisse feststellen, daß der Speisengehalt des Haferkorns eine starke variable Qualitätseigenschaft ist, die sowohl vom Genotyp als auch von den verschiedensten Umweltfaktoren relativ stark beeinflusst werden kann.

3. PROBLEMSTELLUNG

Aus dem im Literaturüberblick Dargelegten geht hervor, daß die bei Getreide wichtigen ernährungsphysiologischen Qualitätsfaktoren Proteinmenge und Proteinzusammensetzung sowie Mineralstoffgehalt und bei Hafer zusätzlich Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung sowie Spelzenanteil sowohl vom Genotyp als auch von den verschiedenen Umweltfaktoren variiert werden können. Der Einfluß der genetischen Faktoren einerseits und der sehr verschiedenen Umweltfaktoren andererseits kann aber bei jedem dieser Qualitätsmerkmale sehr unterschiedlich sein. Die Kenntnis des Ausmaßes der Beeinflussbarkeit durch die einzelnen Faktoren ist jedoch wiederum eine wichtige Voraussetzung dafür, daß eine gezielte Qualitätserzeugung erfolgen kann. Und vor allem ist Klarheit darüber notwendig, inwieweit genetisch bedingte Differenzen durch die einzelnen Umwelteinflüsse aufgehoben oder aber verstärkt werden.

Bisher lagen systematische Untersuchungen mit den heute für den Anbau bei uns zur Verfügung stehenden Genotypen nicht vor. Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb in erster Linie, eine größere Anzahl von Hochleistungs-Genotypen daraufhin zu untersuchen, inwieweit deutliche genetisch bedingte Differenzen in Proteinmenge und insbesondere auch in der Proteinzusammensetzung sowie in den Mineralstoffgehalten gegeben sind und wie diese Differenzen auf verschiedenen Standorten und bei unterschiedlicher N-Düngung variiert werden.

Bei Hafer sollte ergänzend untersucht werden, wie sich Genotyp und Umweltfaktoren auf Fettgehalt und Fettsäuremuster sowie auf den Spelzengehalt auswirken.

4. UNTERSUCHUNGSMATERIAL

Das Untersuchungsmaterial, auf das im Rahmen der vorliegenden Arbeit zurückgegriffen wurde, stammt teils aus eigenen Feldversuchen, teils aus Feldversuchen anderer Versuchsansteller - fast ausschließlich aus dem Land Hessen. Das Untersuchungsmaterial stammte im einzelnen aus folgenden Versuchen:

V1: Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1968

Geprüft wurden insgesamt 23 Sorten bzw. Stämme in den N-Düngungsstufen 1 = $60+30+0$ kg/ha, 2 = $60+30+30$ kg/ha und 3 = $60+30+60$ kg/ha, wobei die erste N-Gabe jeweils bei Aussaat, die zweite bei Schoßbeginn, die dritte zum Zeitpunkt des Ährenschiebens verabreicht wurde; im Rahmen dieser Arbeit wurden hiervon 10 Sorten bzw. Stämme in den Düngungsstufen 1 und 3 näher untersucht.

V2: Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1970

Geprüft wurden die beiden Durumweizensorten Berkmen und Lakota sowie die beiden mexikanischen Aestivumweizensorten Inia und Pitic in den N-Düngungsstufen 1 = $60+0+0$ kg/ha N und 2 = $60+30+60$ kg/ha N.

V3: Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1971

Geprüft wurden drei Sommerweizensorten in den N-Düngungsstufen 1 = $60+0+0$ kg/ha N und 2 = $60+30+60$ kg/ha N.

V4: Sommerweizen-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1971

Dieses Probenmaterial wurde vom Hessischen Landesamt für Landwirtschaft Kassel zur Verfügung gestellt. Geprüft wurden sechs Sommerweizensorten in den drei N-Düngungsstufen 1 = $80+0+0$ kg/ha N, 2 = $80+40+0$ kg/ha N und 3 = $80+40+40$ kg/ha N auf den vier Standorten Hungen - Krs.Gießen, Stubenwald - Krs.Bergstraße, Lindenholzhausen - Krs.Limburg, Rothe-mann - Krs.Fulda.

V5: Sommergersten-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1967 und 1968

Geprüft wurden sechs Sommergerstensorten in den vier Düngungsstufen 1 = $60+0+0$ kg/ha N, 2 = $60+40+0$ kg/ha N, 3 = $40+40+0$ kg/ha N und 4 = $40+40+40$ kg/ha N auf den Standorten Gießen und Groß-Gerau in den Jahren 1967 und 1968.

V6: Sommergersten-Versuche 1970

Das Probenmaterial entstammt drei verschiedenen Sorten- bzw. Sorten-Düngungsversuchen auf den Standorten Gießen und Groß-Gerau. Geprüft wurden die beiden Sorten Asse und Virga und die Stämme 1 und 2 in der Düngungsstufe $40+0+0$ kg/ha N auf Standort Gießen, die Sorten Asse und Virga in den Düngungsstufen 1 = $40+0+0$ kg/ha N und 2 = $40+40+0$ kg/ha N auf Standort Groß-Gerau; als Vergleichsvarianten wurden zwei Proben der Sorte Ingrid aus den Düngungsstufen 1 = $40+0+0$ kg/ha N und 3 = $40+0+60$ kg/ha N mit untersucht.

V7: Sommergersten-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1971

Dieses Probenmaterial wurde vom Hessischen Landesamt für Landwirtschaft Kassel zur Verfügung gestellt. Geprüft wurden acht Sommergerstensorten in den drei N-Düngungsstufen 1 = $60+0+0$ kg/ha N, 2 = $60+40+0$ kg/ha N und 3 = $60+40+60$ kg/ha N auf den drei Standorten Mittelgründau - Krs.Büdingen, Sterzhausen - Krs.Marburg und Bönstadt - Krs.Friedberg.

V8: Hafer-Sorten-N-Düngungsversuche Gießen 1964, 1965, 1966 und 1967

Geprüft wurden drei Hafersorten in den vier N-Düngungsstufen 1 = $0+0+0$ kg/ha N, 2 = $50+0+0$ kg/ha N, 3 = $50+20+0$ kg/ha N, 4 = $50+40+0$ kg/ha N und - nur im Versuchsjahr 1967 auch in einer weiteren N-Düngungsstufe 5 = $50+20+40$ kg/ha N, außerdem in einer weiteren Düngungsvariante mit verminderter P-Gabe, nämlich 15 anstatt 30 kg/ha P in den vier Jahren von 1964-1967.

V9: Hafer-Sorten-Versuch Rauischholzhausen 1970

Geprüft wurden 10 Hafersorten in einer Düngungsstufe.

V10: Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1970

Dieses Probenmaterial wurde von der Ruhrstickstoff AG zur Verfügung gestellt. Geprüft wurden verschiedene Sorten auf unterschiedlichen Standorten in zwei, drei oder vier N-Düngungsstufen; näheres siehe bei der Besprechung der Ergebnisse.

V11: Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1971

Dieses Probenmaterial wurde vom Hessischen Landesamt für Landwirtschaft Kassel zur Verfügung gestellt. Geprüft wurden

neun Sorten in den drei Düngungsstufen 1 = 60+0+0, 2 = 60+40+0, 3 = 60+40+60 kg/ha N auf den zwei Standorten Dorfborn - Krs.Fulda und Hungen - Krs. Gießen.

V12: Hafer-Standort-Versuche 1966 und 1967

Dieses Probenmaterial entstammt drei Versuchen. Es sind dies die Versuchsreihe "Ökologischer Dauerversuch" und die Versuchsreihe "Internationaler Dauerversuch", in denen jeweils die gleiche Sorte bei gleicher Düngung auf sehr unterschiedlichen Standorten angebaut wird. Zum anderen ist es ein Hafer-Herkunftsversuch mit zwei australischen Hafersorten, einmal angebaut in Australien und einmal angebaut auf einem deutschen Standort.

V13: Hafer-Sorten-Versuch 1968

Dieses Probenmaterial entstammt einer Zuchtstammpfprüfung auf Standort Gießen. Geprüft wurden fünf Zuchtstämme und eine Zuchtsorte bei gleicher Düngung.

V14: Sommerweizen- und Sommergersten-Sorten-N-Düngungsversuch 1973

Dieser Ergänzungsversuch wurde auf dem Standort Gießen mit fünf Sommerweizen- und sechs Sommergerstensorten mit dem Ziele durchgeführt, einerseits im Rohproteingehalt stark differenziertes Material, andererseits Proben verschiedener Sorten mit gleichen oder aber doch sehr ähnlichen Rohproteingehalten zu erzeugen. Der Versuch wurde mit 20 Stickstoffvarianten durchgeführt.

In den Einzelkapiteln der vorliegenden Arbeit wird jeweils angegeben, welche Versuchsreihen bzw. Proben der vorstehenden Aufstellung jeweils für die speziellen Untersuchungen herangezogen sind.

Auf eine Beschreibung der Sorten bzw. Stämme und der Standorte sowie des Witterungsablaufes in den einzelnen Versuchsjahren soll im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden. Die Unterlagen hierfür liegen im Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen vor. Es soll auf diesbezügliche Einzelheiten nur in der Diskussion insoweit eingegangen werden, als sich dies für die Interpretation der Ergebnisse als notwendig erweist.

5. UNTERSUCHUNGEN ÜBER PROTEINMENGE UND PROTEINZUSAMMENSETZUNG

5.1. Rohproteingehalte, Proteinfractionen, errechnete Lysinwerte

5.1.1. Material und Methodik

Rohproteingehalte und Proteinfractionen sowie errechnete Lysinwerte wurden an den Proben der Versuchsreihen ermittelt, die in Abschnitt "4. Untersuchungsmaterial" unter V1 bis V11 aufgeführt sind.

Die Rohproteingehalte wurden durch N-Bestimmung nach KJELDAHL in der absolut trockenen Kornsubstanz und durch Multiplikation des N-Wertes mit dem Faktor 6,25 ermittelt. Sie sind in % der Korn-Trockenmasse angegeben.

Zur Proteinfractionierung wurden 5g des unter weitestgehender Vermeidung einer Erhitzung vermahlenden Ganzkornschrotes mit 80g Seesand möglichst homogen vermischt, in Säulen gefüllt und in Anlehnung an die Methode von MAES (1962a, 1962b, 1963) mit zwei Mal 50 ml des entsprechenden Lösungsmittels folgender progressiven Extraktion unterworfen:

1. Destilliertes Wasser zur Extraktion der niedermolekularen N-Verbindungen und der Albumine,
2. Kochsalzlösung (0,5n) zur Extraktion der Globuline,
3. Isopropanol (50%ig) zur Extraktion der Prolamine,
4. Kalilauge (0,1n) zur Extraktion der Glutenine.

Zur wasserlöslichen Fraktion muß gesagt werden, daß in ihr neben den Albuminen auch die im Korn vorkommenden N-haltigen Nicht-Eiweißstoffe enthalten sind, wobei es sich jedoch neben anderen N-haltigen Verbindungen auch zum Teil um freie Aminosäuren und Eiweißvorstufen handelt. Der Anteil der Nicht-Eiweiß-Fraktion beträgt in etwa 20-30% der wasserlöslichen Fraktion, was etwa 4-6% des Korn-Gesamt-N entspricht. Dieser Anteil ist, wie schon aus der Literatur bekannt ist und durch eigene Überprüfung bestätigt werden konnte, eine relativ konstante Größe, die durch höhere N-Düngung und die damit verbundene Proteinzunahme im Korn kaum verändert wird. Daraus geht hervor, daß der durch zusätzliche späte N-Gaben hervorgerufene höhere N-Gehalt im Korn tat-

sächlich durch eine Anreicherung des Reinproteins bedingt wird. Wenn die wasserlösliche Fraktion im Rahmen dieser Arbeit als Ganzes behandelt wird, so geschieht dies aus Gründen der Vereinfachung. Die absoluten Werte liegen damit um ein Geringes verschoben; da sich die Relationen zwischen verschiedenen Sorten- und Düngungsvarianten jedoch nicht verschieben, erscheint es berechtigt, mit dieser Vereinfachung zu arbeiten.

Neben den genannten Fraktionen ergibt sich eine Rest-N-Fraktion, die bei dem hier angewendeten Extraktionsverfahren nicht löslich ist.

Der N-Gehalt der so gewonnenen Fraktionen wurde nach der oben genannten N-Bestimmungsmethode ermittelt. Die Werte für die einzelnen Fraktionen sind in mg N/10g Korn-TM und in % des Gesamtlöslich-N angegeben.

Bei der Berechnung der Lysinwerte wird davon ausgegangen, daß der Lysingehalt in den Fraktionen konstant ist und sich bei Zunahme oder Abnahme der betreffenden Fraktion nicht ändert, so daß sich theoretisch ein Lysinwert für die betreffende Ganzkornprobe errechnen läßt. Daß gegen dieses Verfahren Bedenken bestehen, steht außer Zweifel. Wenn diese Berechnung im Rahmen dieser Arbeit trotzdem durchgeführt wurde, so vor allem als ein Versuch, die jeweiligen Sorten- bzw. Düngungsvarianten durch eine einzige Kennzahl zu charakterisieren, die die Verschiedenheiten der Varianten bezüglich der einzelnen Fraktionen berücksichtigt. Bei der Berechnung sind die von MICHAEL, BLUME und FAUST (1961) angegebenen durchschnittlichen Gehalte der einzelnen Fraktionen zu Grunde gelegt, und zwar für Weizen, Gerste und Hafer die nachstehend genannten Werte: Weizen-Albumin 4,5%, Globulin 3,4%, Prolamin 0,8%, Glutenin 2,7%; Gerste-Albumin 4,5%, Globulin 3,4%, Prolamin 0,8%, Glutenin 2,6%; Hafer - Albumin 5,5%, Globulin 3,1%, Prolamin 0,7%, Glutenin 3,3% Lysin- α -amino-N am Gesamt-N.

Dabei ist die Rest-N-Fraktion nicht berücksichtigt und die wasserlösliche Fraktion voll als Albumin in die Berechnung einbezogen worden, obwohl damit gerechnet werden muß, daß ca.20-40% des N dieser Fraktion aus Nicht-Albuminen besteht, andererseits aber wieder Aminosäuren enthält. Diese Einbeziehung des Nicht-

Proteinanteiles führt zwar zu etwas höheren Lysinwerten bzw.-anteilen, ändert aber die Relationen zwischen den einzelnen Sorten und Düngungsstufen im wesentlichen nicht.

5.1.2. Ergebnisse

a) Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1968 (V1)

Rohproteingehalte

Die am Probenmaterial dieser Versuchsreihe (10 Sorten, 2 Düngungsstufen 1 und 3) ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Im Mittel der 10 Sorten wird in Düngungsstufe N_1 ein Rohproteingehalt von 12,5%, in Düngungsstufe N_3 ein solcher von 14,9% er-

Tabelle 1: Rohproteingehalte bei Sommerweizen -
Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Gießen 1968

Sorte	Rohproteingehalt (N.6,25) in % d.ATM			N_2 relativ zu $N_1 = 100$
	N_1 x)	N_3 x)	M	
Adler	12,9	15,8	14,4	122
Arin	12,3	14,5	13,4	118
Stamm B	12,4	14,2	13,3	114
Erli	12,3	14,5	13,4	118
Gaudenz	12,6	15,2	13,9	121
Grano	12,7	14,9	13,8	117
Kolibri	12,3	14,8	13,6	121
Opal	12,0	14,6	13,3	122
Stamm H	12,5	14,9	13,7	119
Stamm S	12,8	15,9	14,4	124
Mittel	12,5	14,9	13,7	120

x) $N_1 = 60+30+0$ kg/ha N; $N_3 = 60+30+60$ kg/ha N

reicht. Dabeiliegen die Werte bei den einzelnen Sorten in Düngungsstufe 1 zwischen 12,0% (Opal) und 12,9% (Adler) und in Düngungsstufe 3 zwischen 14,2% (Stamm B) und 15,9% (Stamm S). Im Mittel der beiden Düngungsstufen liegen Stamm B und Opal mit je 13,3% am niedrigsten und Adler und Stamm S mit 14,4% am höchsten. Es zeigen sich somit deutliche Sortenunterschiede in den einzelnen Düngungsstufen, die in der Düngungsstufe N_3 größer sind als in Düngungsstufe N_1 . Die Proteineinlagerung ist bei zusätzlicher später Stickstoffgabe also bei den einzelnen Sorten unterschiedlich, was auch aus den in der letzten Spalte angegebenen Relativzahlen deutlich zum Ausdruck kommt: während Stamm B in Düngungsstufe N_3 gegenüber Düngungsstufe N_1 eine Zunahme im Rohproteingehalt von nur 14% aufweist, betragen die Steigerungen bei anderen Sorten über 20%, so bei Stamm S = 24%, Adler und Opal = 22%, Gaudenz und Kolibri = 21%. Im Mittel der 10 Sorten beträgt die relative Zunahme 20%.

Insgesamt kann festgestellt werden, daß innerhalb dieser 10 Sorten sehr deutliche Unterschiede im Proteinbildungspotential bestehen, wobei zu bemerken ist, daß sich die höchsten Steigerungsraten durch die zusätzliche späte Stickstoffdüngung einmal bei den beiden Sorten mit den höchsten Rohproteingehalten in der Düngungsstufe N_1 (Adler und Stamm S) und andererseits bei der Sorte mit dem niedrigsten Rohproteingehalt in der Düngungsstufe N_1 (Opal) ergeben.

Proteinfraktionen

Die Ergebnisse der Proteinfraktionierungen an diesem Probenmaterial sind in Tabelle 2 zusammengefaßt und in den Abbildungen 1 und 2 graphisch dargestellt.

Die Ergebnisse lassen deutliche sortenbedingte Unterschiede einerseits und düngungsbedingte Unterschiede andererseits erkennen.

In der wasserlöslichen Fraktion liegen die sortenspezifischen Anteile in Düngungsstufe N_1 zwischen 20,9 und 29,1% des Gesamt-löslich-N. Auf die zusätzliche N-Gabe in Düngungsstufe N_3 reagieren fast alle Sorten mit einer absoluten Zunahme dieser Fraktion; relativ zur Zunahme des Gesamt-N bzw. Gesamt-löslich-N im Korn sind die absoluten Anstiege jedoch weit geringer, so daß

Tabelle 2: Proteinfraktionen bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1968
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich N, Rest-N in % des Gesamt-N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserlös., mg	salzlös., %	alkohollös., mg	laugelös., %	Rest-N mg	Gesamt- lösli.-N mg	Summe d. fraktionen (einschl.) Rest-N) mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
Adler	N1	38,8	20,9	63,0	34,0	18,3	8,9	203,6
	N3	42,6	18,2	91,5	39,0	19,8	7,9	251,9
Arin	N1	52,5	29,4	48,2	27,0	20,7	10,6	199,3
	N3	56,0	26,0	64,9	30,1	24,1	10,4	251,1
Stamm "B"	N1	47,4	26,6	47,3	26,6	16,4	8,3	194,4
	N3	51,3	24,5	61,9	29,5	19,8	8,7	229,5
Erli	N1	45,3	24,6	59,6	32,3	15,7	8,0	200,0
	N3	45,5	21,3	74,6	34,9	15,5	6,7	230,7
Gaudenz	N1	45,6	24,2	62,4	33,1	22,4	11,1	210,9
	N3	48,1	21,5	83,2	36,8	24,0	9,9	250,1
Grano	N1	45,6	24,9	50,5	27,6	21,3	7,0	204,3
	N3	46,7	22,1	63,0	29,8	24,4	10,2	255,7
Kolibri	N1	41,1	22,8	53,6	29,8	18,2	9,3	198,3
	N3	43,6	19,6	76,3	34,3	18,4	7,8	240,6
Opal	N1	42,9	24,9	49,0	28,4	17,2	9,0	190,0
	N3	47,8	22,1	73,2	33,9	21,1	9,0	257,3
Stamm "H"	N1	43,4	23,3	63,1	33,9	17,7	8,8	204,2
	N3	44,6	20,4	82,9	37,9	20,2	8,4	238,7
Stamm "S"	N1	52,2	29,1	41,5	23,2	24,8	12,1	204,0
	N3	53,9	24,6	59,9	27,3	27,2	10,7	246,3

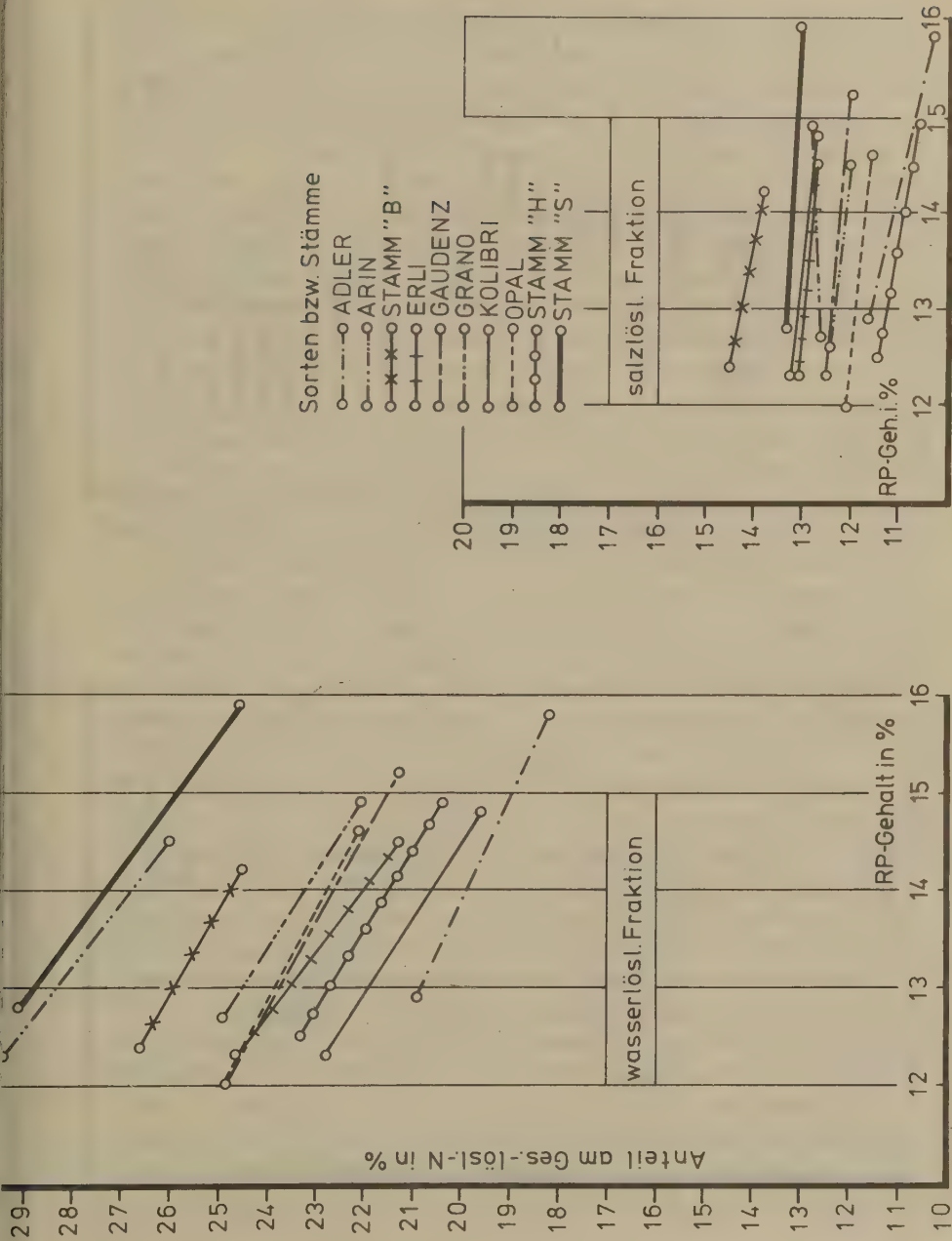


Abbildung 1: Proteinfractionen bei Sommerweizen (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1968.

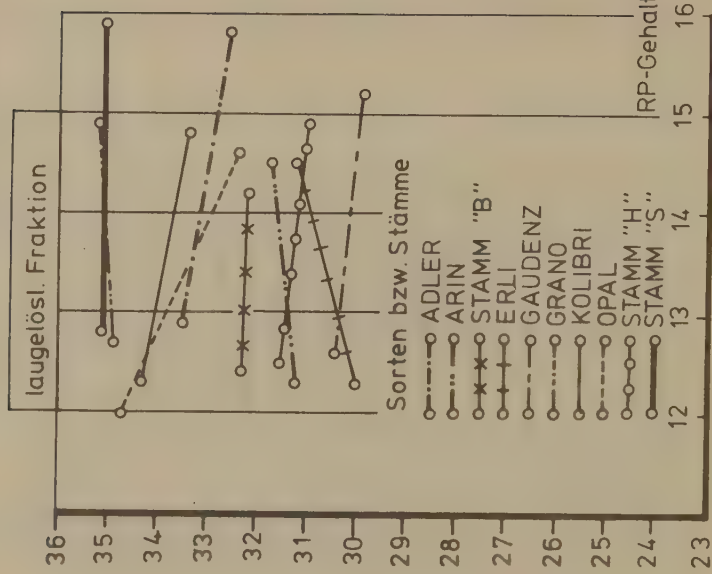
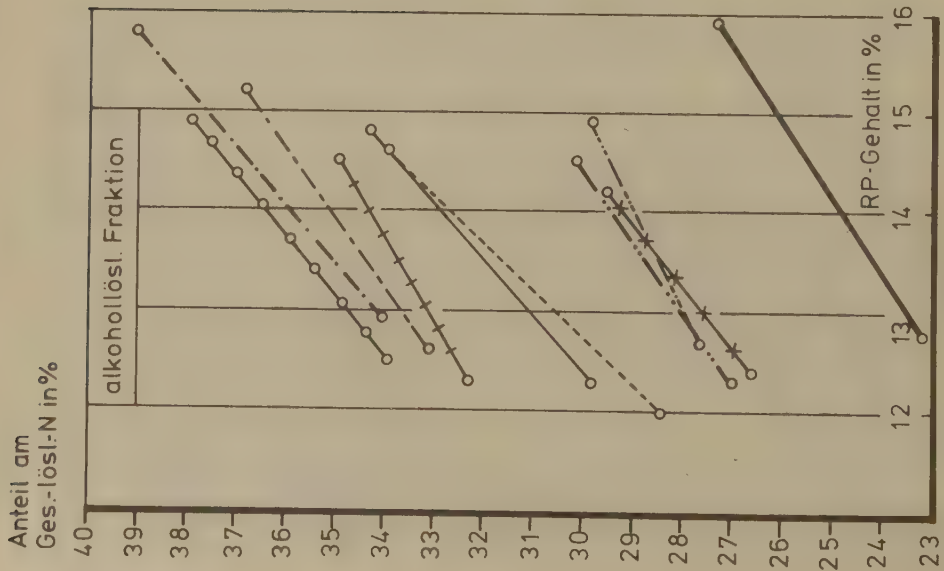


Abbildung 2: Proteinfractionen bei Sommerweizen (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1968.

sich für alle geprüften Sorten eine sehr deutliche relative Abnahme dieser wasserlöslichen Fraktion ergibt. Bei allen 10 geprüften Sorten liegt demnach der Anteil der wasserlöslichen Fraktion am Ges.-löslich-N in Düngungsstufe N_3 niedriger als in N-Düngungsstufe 1. Eine Verschiebung der Rangfolge findet dabei nicht statt. Die Sorten mit den höchsten Anteilen der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N sind Stamm S, Arin und Stamm B gefolgt von Grano. Die niedrigsten Anteile an dieser Fraktion weisen Adler, Kolibri und Stamm H auf (siehe Abbildung 1), Betrachtet man den Anteil dieser Fraktion bei gleichem Rohproteingehalt - z.B. bei 14% -, so weisen Stamm S und Arin einen Anteil von ca. 27%, Adler und Kolibri dagegen nur etwa einen Anteil von 20% auf.

In der salzlöslichen Fraktion zeigen sich ebenfalls deutliche Sortenunterschiede, während die Düngungseinflüsse zwar teilweise auch vorhanden, aber bei den meisten Sorten wesentlich geringer sind als in der wasserlöslichen Fraktion. Die Anteile der salzlöslichen Fraktion liegen in Düngungsstufe N_1 zwischen 11,6 und 14,5% des Gesamt-löslich-N, in der Düngungsstufe N_3 zwischen 10,3 und 13,8%. Durch die zusätzliche Stickstoffspätgabe nimmt der absolute Gehalt an dieser Fraktion bei allen Sorten deutlich zu, relativ zum Gesamt-löslich-N nimmt die salzlösliche Fraktion bei den meisten Sorten leicht ab oder sie bleibt annähernd gleich. Bei gleichem Rohproteingehalt - 14% - zeigen Stamm B mit 14% und Stamm S mit über 13% die höchsten und Stamm H und Adler mit ca. 11% die niedrigsten Anteile an dieser Fraktion.

In der alkohollöslichen Fraktion zeigen sich die bei weitem deutlichsten Differenzierungen zwischen den einzelnen Sorten, und der Einfluß der Düngung ist ebenso stark und z.T. stärker wie bei der wasserlöslichen Fraktion. Trotz ähnlicher Gesamt-N-Gehalte im Ganzkorn ergeben sich in der Düngungsstufe N_1 für die alkohollösliche Fraktion Anteile zwischen 23,2% (Stamm S) und ca. 34,0% (Stamm H und Adler). Die zusätzliche N-Spätgabe in Düngungsstufe N_3 führt bei allen 10 geprüften Sorten zu einer sehr starken absoluten Zunahme der alkohollöslichen Fraktion, und da diese Zunahme weit stärker ist als die Zunahme am Gesamt-N im Korn, ergibt sich auch eine sehr starke Erhöhung der relativen Anteile dieser Fraktion in Düngungsstufe N_3 gegenüber der Dün-

gungsstufe N_1 . Vergleicht man die Sorten wiederum bei gleichem Rohproteingehalt - bei 14% - so ergibt sich folgendes Bild: Stamm H und Adler weisen mit ca. 36% den höchsten Anteil, Stamm S mit ca. 25% den bei weitem niedrigsten Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N auf.

In der laugelöslichen Fraktion zeigen sich wiederum deutliche Sortenunterschiede, während der Einfluß der zusätzlichen späten Stickstoffdüngung vergleichsweise gering ist. Sowohl in der Düngungsstufe N_1 als auch in der Düngungsstufe N_2 liegen die Anteile dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N zwischen 30 und 35%. Die höchsten Anteile weisen in beiden Düngungsstufen Stamm S und Grano auf, die niedrigsten die Sorten Gaudenz, Erli und Stamm H. Durch die zusätzliche späte Stickstoffgabe in Düngungsstufe N_2 sind die absoluten Gehalte an dieser Fraktion bei allen Sorten deutlich erhöht, und zwar etwa in gleichem Maße wie das Gesamt-löslich-N, so daß sich kaum düngungsbedingte Differenzen in den relativen Anteilen ergeben. Nur Opal zeigt eine relative Abnahme in dieser Fraktion von 34,7% in Düngungsstufe N_1 auf 32,4% in Düngungsstufe N_2 ; demgegenüber weist die Sorte Erli eine Steigerung von 30,0 auf 31,2% auf. Insgesamt gesehen ist der Düngungseinfluß auf die absoluten Gehalte an dieser Fraktion sehr deutlich, auf den Anteil der laugelöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N jedoch gering. Betrachtet man die Anteile dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N bei gleichem Rohproteingehalt des Kornes - z.B. wieder bei 14% -, so liegen Stamm S und Grano mit 35% deutlich an der Spitze, die Sorte Gaudenz mit ca. 30% am niedrigsten.

Die Rest-N-Fraktion, die sich nicht extrahieren ließ, wurde bei diesem Probenmaterial im Rückstand ebenfalls bestimmt: Sie liegt in den meisten Fällen unter 10% des Gesamt-N und damit vergleichsweise sehr niedrig.

Die Summe der besprochenen fünf Fraktionen liegt in jedem Falle sehr nahe bei den Werten für Gesamt-N im Ganzkorn.

Errechnete Lysinwerte

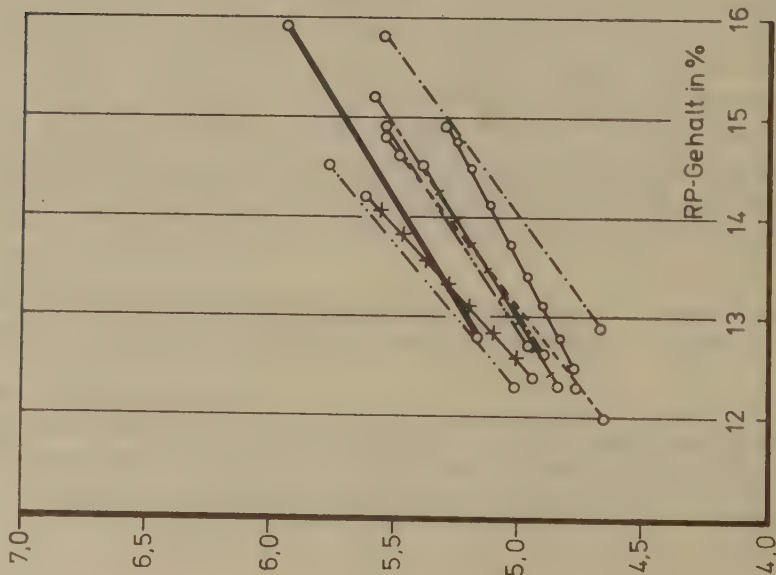
Die errechneten Lysinwerte in Tabelle 3 zeigen deutliche genetische und düngungsbedingte Unterschiede: In der Düngungsstufe 1 liegen die absoluten Gehalte an mg Lysin-~~A~~-amino-N zwischen

Tabelle 5: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluss von Sorte und N-Düngung - Versuch. Gießen 1966

(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe		Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
		mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Adler	N1	1,75	0,94	0,73	0,40	0,50	0,27	1,08	0,91	4,66	2,52
	N3	1,92	0,82	0,82	0,35	0,73	0,31	2,07	0,88	5,54	2,56
Arin	N1	2,36	1,52	0,76	0,43	0,39	0,22	1,50	0,84	5,01	2,81
	N3	2,52	1,17	0,88	0,41	0,52	0,24	1,84	0,85	5,76	2,67
Stamm "B"	N1	2,13	1,20	0,88	0,49	0,38	0,21	1,55	0,87	4,94	2,77
	N3	2,51	1,10	0,98	0,47	0,50	0,24	1,82	0,87	5,61	2,68
Erli	N1	2,04	1,11	0,82	0,45	0,48	0,26	1,49	0,81	4,83	2,63
	N3	2,05	0,96	0,92	0,43	0,60	0,28	1,81	0,84	5,38	2,51
Gaudenz	N1	2,05	1,09	0,79	0,42	0,50	0,26	1,55	0,82	4,89	2,59
	N3	2,16	0,96	0,92	0,41	0,67	0,29	1,83	0,81	5,58	2,47
Grano	N1	2,05	1,12	0,78	0,43	0,40	0,22	1,72	0,94	4,95	2,71
	N3	2,10	1,00	0,92	0,43	0,50	0,24	2,01	0,95	5,53	2,62
Kolibri	N1	1,85	1,03	0,81	0,45	0,43	0,24	1,67	0,93	4,76	2,65
	N3	1,96	0,88	0,96	0,43	0,61	0,27	2,00	0,90	5,53	2,48
Opal	N1	1,93	1,12	0,71	0,41	0,39	0,23	1,62	0,94	4,65	2,70
	N3	2,15	0,99	0,85	0,39	0,59	0,27	1,89	0,88	5,48	2,53
Stamm "H"	N1	1,95	1,05	0,72	0,39	0,51	0,27	1,59	0,85	4,77	2,56
	N3	2,01	0,92	0,79	0,36	0,66	0,30	1,83	0,84	5,29	2,42
Stamm "S"	N1	2,55	1,51	0,81	0,45	0,33	0,19	1,67	0,95	5,16	2,90
	N3	2,42	1,11	0,97	0,44	0,48	0,22	2,07	0,95	5,94	2,72

mg Lysin- ϵ -amino-N
pro 10g Korn-TM



4,65 bzw. 4,66 mg pro 10g Korn-TM (Opal, Adler) und 5,16 mg (Stamm S). Die zusätzliche späte Stickstoffgabe führt bei allen geprüften Sorten zu einer sehr deutlichen Zunahme an Lysin- α -amino-N pro 10g Korn-TM, so daß der niedrigste Wert in Düngungsstufe N₃ bei 5,38 mg (Erli) und der höchste bei 5,94 mg (Stamm S) liegt. Auch in den relativen Anteilen von Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N zeigen sich deutliche genetisch bedingte Unterschiede einerseits und düngungsbedingte Unterschiede andererseits. In Düngungsstufe N₁ weist Adler mit 2,52% den niedrigsten und Stamm S mit 2,90% den höchsten Anteil auf. In der Düngungsstufe N₃ zeigt wiederum Adler mit 2,36% den niedrigsten und Stamm S mit 2,72% den höchsten Wert. Bei jeder der 10 geprüften Sorten tritt also durch die zusätzliche späte Stickstoffgabe eine starke absolute Zunahme an Lysin- α -amino-N in der Korn-TM ein, andererseits aber eine teils stärkere (Stamm S, Adler, Kolibri, Opal), teils geringere (z.B. Grano, Stamm B) Abnahme im Lysin- α -amino-N-Anteil am Gesamt-löslich-N.

In Abbildung 3 sind die errechneten Lysin- α -amino-N-Gehalte in mg pro 10g Korn-TM und in % von Gesamt-löslich-N dargestellt. Vergleicht man die zehn in diesem Versuch geprüften Sorten bei gleichem RF-Gehalt des Kornes - hier wieder bei 14% - so ergibt sich folgendes: Im absoluten Gehalt liegen Arin und Stamm B mit ca. 5,58 bzw. 5,54 mg pro 10g Korn-TM an der Spitze, gefolgt von Stamm S mit 5,46 mg; die niedrigsten Gehalte weisen bei diesem Rohproteingehalt im Ganzkorn Adler mit 4,98 mg und Stamm H mit 5,10 mg pro 10g Korn-TM auf. Die prozentualen Lysin- α -amino-N-Anteile am Gesamt-löslich-N liegen - wiederum betrachtet bei einem einheitlichen Rohproteingehalt von 14% im Ganzkorn - mit 2,83% bei Stamm S eindeutig an der Spitze, es folgen Stamm B und Arin mit 2,70% und Grano mit 2,65%; den niedrigsten Anteil weisen die Sorte Adler und Stamm H mit nur ca. 2,45% auf.

b) Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1970 (V2)

Rohproteingehalte

Die an den Proben dieser mit zwei Durumweizensorten und zwei mexikanischen Aestivum-Weizensorten durchgeführte Versuchsreihe er-

mittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Rohproteingehalte bei Sommerweizen -
Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Gießen 1970

Sorte	Rohproteingehalt (N.6,25) in % d. ATM				N ₂ relativ zu N ₁ = 100
	N ₁ x)	N ₂ x)	M		
Berkmen	18,5	20,8	19,7		112
Lakota	16,6	19,1	17,9		115
Inia	19,0	19,3	19,2		102
Pitic	14,8	17,0	15,9		115
Mittel	17,2	19,1	18,2		111

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+30+60 kg/ha N

Infolge niedriger Erträge (auf diese soll hier nicht näher eingegangen werden) lagen die Rohproteingehalte in den Körnern unverhältnismäßig hoch, so daß im Mittel der vier Sorten bereits in Düngungsstufe N₁ ein Rohproteingehalt von 17,2% erreicht wird; in Düngungsstufe N₂ liegt dieser Mittelwert dann bei 19,1%. Während in Düngungsstufe N₁ die Sorte Pitic mit 14,8% am niedrigsten und die Sorte Inia mit 19,0% am höchsten liegen, weisen in Düngungsstufe N₂ die Sorte Pitic mit 17,0% wiederum den niedrigsten, die Durumsorte Berkmen mit 20,8% den höchsten Rohproteingehalt auf. Damit liegt die Sorte Pitic im Mittel der beiden Düngungsstufen mit 15,9% am niedrigsten, die Sorte Berkmen mit 19,7% am höchsten. Die relative Zunahme im Rohproteingehalt durch die zusätzlichen Stickstoffgaben ist bei den einzelnen Sorten sehr unterschiedlich. Sie beträgt bei Inia nur 2%, bei Berkmen aber 12% und bei Lakota und Pitic 15%.

Proteinfraktionen

Die ermittelten Werte für die einzelnen Proteinfraktionen sind in Tabelle 5 zusammengefaßt und in den Abbildungen 4 und 5 graphisch dargestellt.

Tabelle 5: Proteinfraktionen bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Giesen 1970
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	Nicht-Eiweiß		wasserlös.		Gesamt wasserlös.		salzlös.		alkohollös.		laugelös.		Gesamt- lös.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Berkmen	N1	29,4	9,7	53,5	11,0	62,7	20,7	28,9	9,6	117,5	28,9	92,9	502,0	296,0
	N2	29,0	8,9	57,6	11,6	66,6	20,5	51,4	9,7	131,0	40,5	95,8	524,8	555,0
Lakota	N1	50,2	11,7	29,2	11,5	59,4	23,0	28,0	10,8	98,7	38,2	72,5	258,6	264,7
	N2	52,8	11,5	51,0	10,5	64,8	22,0	31,6	10,7	114,4	38,7	84,6	295,4	505,7
Inia	N1	29,3	10,2	26,7	9,2	56,0	19,4	28,5	9,9	106,2	36,7	98,4	289,1	502,7
	N2	50,5	10,0	50,0	9,9	60,5	19,9	28,8	9,5	111,7	36,9	101,9	502,7	508,8
Pitic	N1	52,0	14,0	52,7	14,5	64,7	28,5	25,2	11,0	75,7	52,2	65,0	228,6	256,5
	N2	52,7	12,6	54,1	15,1	66,8	25,7	27,7	10,7	95,7	56,0	71,7	259,9	272,2

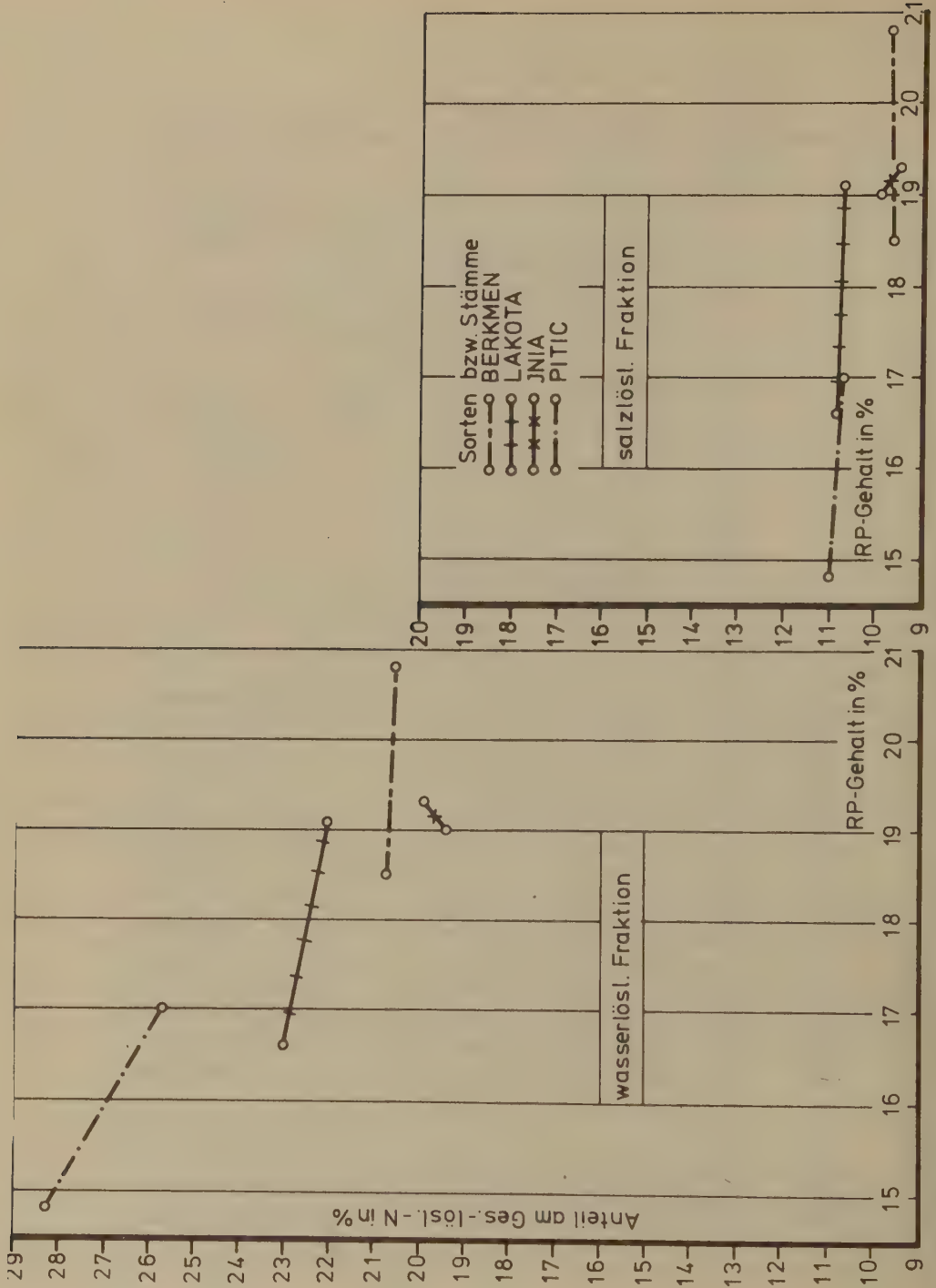


Abbildung 4: Proteinfraktionen bei Sommerweizen (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -

Anteil am
Ges.-lösl.:N in %

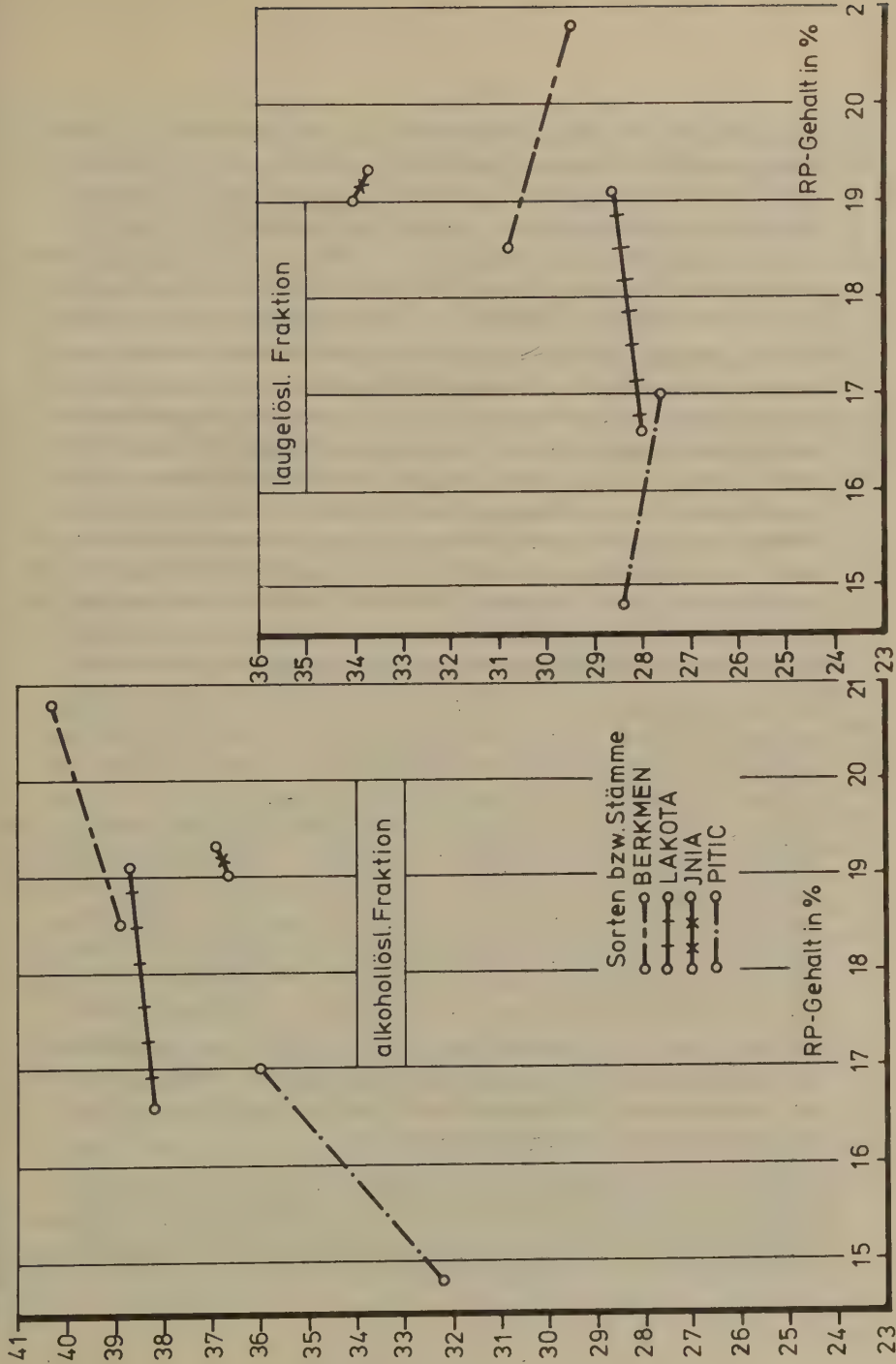


Abbildung 5: Proteinfractionen bei Sommerweizen (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1970.

Da es sich bei diesem Probenmaterial um Weizenkörner mit außergewöhnlich hohen Rohproteingehalten handelt, ist hier auch der Frage nachgegangen worden, inwieweit ein größerer Anteil an Nicht-eiweiß-N vorhanden ist. Zu diesem Zwecke wurde die wasserlösliche Fraktion in Anlehnung an MICHAEL und BLUME (1960) durch Kochen aufgetrennt in Albumin (Hitzeokoagulation) und die nicht durch Hitze fällbare Fraktion - hier kurz Nicht-Eiweiß genannt.

Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse muß jedoch berücksichtigt werden, daß durch die Hitzeokoagulation nicht alle fällbaren Eiweißsubstanzen erfaßt werden, denn in nachträglich durchgeführten Testversuchen ließ sich durch Säurefällung mit Trichloressigsäure ein weiterer Teil N-haltiger Verbindungen ausfällen. Ausserdem kann davon ausgegangen werden, daß in der Nicht-eiweiß-Fraktion der wasserlöslichen Fraktion auch noch nennenswerte Anteile an Aminosäuren vorhanden sind. Diese Tatsachen sind zu berücksichtigen, wenn man die ermittelten Werte für die wasserlösliche Fraktion insgesamt bzw. ihre Aufteilung in die Teilfraktionen wasserlösliche Proteine und Nicht-Eiweiße betrachtet.

Bei der Besprechung der Ergebnisse der Proteinfractionierungen muß beim Material dieses Versuches ein Punkt ganz besonders berücksichtigt werden: Die Rohproteingehalte liegen bei Inia und Berkmen vor allem in Düngungsstufe N_1 wesentlich höher als bei Lakota und Pitic. Da das absolute Proteinniveau aber einen wesentlichen Einfluß auf die Relation zwischen den einzelnen Fraktionen hat, ergeben sich gewisse Schwierigkeiten bei der Beurteilung der Sorten. Ein exakter Vergleich der Sorten wäre wiederum nur möglich bei gleichem Rohproteingehalt. Hierzu müßten die Werte für die einzelnen Fraktionen z.T. sehr stark extrapoliert werden, was in diesem Ausmaß bedenklich erscheint - ganz besonders bei der Sorte Inia. Die Beurteilung der gefundenen und nachstehend zu besprechenden Werte muß also in diesem Falle bei den einzelnen Sorten unter entsprechender Berücksichtigung der sehr verschiedenen Rohproteingehalte erfolgen.

In der wasserlöslichen Fraktion (Gesamtfraktion) ergeben sich ähnliche deutliche Sortenunterschiede wie bei dem zuvor besprochenen Material aus dem Versuchsjahr 1968. In der Düngungsstufe N_1

liegen die Anteile dieser Fraktion zwischen 19,4% (Inia) und 28,3% (Pitic). Selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, daß Pitic einen weit niedrigeren Rohproteingehalt aufweist - was ja automatisch einen relativ höheren Anteil der wasserlöslichen Fraktion bedingen kann - liegt der Wert für Pitic aber doch recht hoch. Demgegenüber ist der Anteil der wasserlöslichen Fraktion bei den Sorten Berkmen und Inia auch unter Berücksichtigung ihrer sehr hohen Rohproteingehalte recht niedrig. Auf die zusätzliche N-Gabe in Düngungsstufe N_2 reagieren alle vier Sorten mit einer absoluten Zunahme, die aber relativ zur Erhöhung der Gesamt-N-Gehalte bei den einzelnen Sorten verschieden ist. Es ergibt sich damit für die Sorte Inia in Düngungsstufe N_2 ein etwas höherer Anteil dieser wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N als in Düngungsstufe N_1 , während Berkmen und Lakota wiederum eine leichte Abnahme, Pitic jedoch eine sehr deutliche Abnahme der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N aufweisen. Die Aufteilung der wasserlöslichen Fraktion in hitzecoagulierbares Eiweiß und sogenanntes Nicht-Eiweiß zeigt, daß in jedem Falle mindestens 50-60% des N dieser Fraktion hitzefällbar ist. Unter Berücksichtigung der oben bereits dargelegten Tatsache, daß weitere koagulierbare N-Verbindungen einerseits und Aminosäuren andererseits in der nicht-hitzeoagulierbaren Teilfraktion vorhanden sind, kann festgestellt werden, daß der Anteil von Nicht-Eiweißstoffen selbst bei sehr hohen Rohproteingehalten im Getreidekorn sehr niedrig liegt. Und bei der Betrachtung der einzelnen Düngungsstufen zeigt sich sogar bei jeder der vier hier geprüften Sorten eine mehr oder weniger deutliche Tendenz zur Verringerung dieser sogenannten Nichteiweiß-Teilfraktion bei Erhöhung der Rohproteingehalte durch zusätzliche spätere Stickstoffgaben.

In der salzlöslichen Fraktion ergeben sich wiederum gewisse Unterschiede. In beiden Düngungsstufen weisen Berkmen und Inia etwas niedrigere Anteile dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N auf (zwischen 9,5 und 9,9%), während Lakota mit 10,8 bzw. 10,7% und Pitic mit 11,0 bzw. 10,7% etwas höher liegen. Die erhöhte N-Düngung führte wiederum - wie auch am Probenmaterial des Versuchs Gießen 1968 festgestellt - entweder zu keinen relativen Veränderungen oder aber zu einer geringfügigen Abnahme des Anteils

dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N.

Die alkohollösliche Fraktion läßt wieder deutliche Sortenunterschiede erkennen. In beiden Düngungsstufen weist Pitic mit Anteilen von 32,2 bzw. 36% den niedrigsten Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N auf, was aber zweifellos mit verursacht ist durch den wesentlich geringeren Rohproteingehalt dieser Sorte. Auch Inia liegt mit 36,7 bzw. 36,9% in dieser Fraktion relativ niedriger als Lakota mit 38,2 bzw. 38,7% und Berkmen mit 38,9 bzw. 40,3% - und dies trotz hoher Rohproteingehalte. Bei allen vier Sorten führen die zusätzlichen späteren Stickstoffgaben zu sehr deutlichen Erhöhungen in der absoluten Menge dieser Fraktion, und bei Berkmen und Pitic ergibt sich daraus auch eine deutliche Zunahme im Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N, während bei Lakota und Inia die Anteile etwa gleich bleiben.

In der laugelöslichen Fraktion weist Inia mit 34,0 bzw. 33,7% am Gesamt-löslich-N in beiden Düngungsstufen den höchsten Anteil auf, Pitic und Lakota mit jeweils ca. 28% die niedrigsten Anteile; Berkmen nimmt mit 30,8 bzw. 29,5% eine Mittelstellung ein. Die zusätzlichen späteren N-Gaben bewirken eine leichte Zunahme der absoluten Werte und mit Ausnahme bei Lakota eine leichte Abnahme dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N.

Die Rest-N-Fraktion liegt wiederum absolut und relativ vom Gesamt-N sehr niedrig.

Errechnete Lysinwerte

Die errechneten Lysinwerte sind in Tabelle 6 bzw. Abbildung 6 zusammengestellt; aus diesen Werten läßt sich folgendes erkennen:

In Düngungsstufe N_1 liegen die absoluten Gehalte an mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM zwischen 6,12 (Pitic) und 7,25 (Berkmen) und in Düngungsstufe N_2 zwischen 6,64 (Pitic) und 7,71 (Berkmen). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Pitic im Rohproteingehalt wesentlich niedriger liegt als Berkmen. Wiederum führten die zusätzlichen späteren Stickstoffgaben bei allen vier hier geprüften Sorten zu einer deutlichen Erhöhung an Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM. In den relativen Anteilen von Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N zeigen sich auch bei diesem Versuchsmaterial große Unterschiede. Mit 2,68% in Düngungsstufe N_1 und 2,56% in Düngungs-

Tabelle 3: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluss von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1970
(in mg Lysin- ϵ -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- ϵ -amino-N in Gesamt-löslicher-N)

Sorte und Düngungsstufe		Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
		mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Berkmen	N1	2,02	0,93	0,90	0,33	0,94	0,31	2,01	0,03	7,25	2,40
	N2	3,00	0,92	1,07	0,33	1,05	0,32	2,03	0,00	7,71	2,37
Lakota	N1	2,07	1,03	0,95	0,37	0,79	0,31	1,95	0,76	6,37	2,47
	N2	2,92	0,99	1,07	0,36	0,92	0,31	2,28	0,77	7,19	2,43
Inia	N1	2,02	0,37	0,97	0,34	0,05	0,29	2,05	0,92	7,00	2,42
	N2	2,71	0,90	0,90	0,32	0,09	0,29	2,70	0,51	7,33	2,42
Pitic	N1	2,91	1,27	0,00	0,38	0,39	0,26	1,76	0,77	6,12	2,68
	N2	3,01	1,10	0,94	0,36	0,75	0,29	1,94	0,73	6,64	2,56

stufe N₂ weist Pitic eindeutig höhere Anteile auf als die übrigen drei Sorten bei niedrigerem Rohproteingehalt. Vergleicht man nun die errechneten Lysingehalte bzw. -anteile bei gleichem Rohproteingehalt, so lassen sich aus diesen Ergebnissen allein - soweit die hier notwendige starke Extrapolierung überhaupt vertretbar ist - keine gesicherten Hinweise auf sortenspezifische Differenzen ablesen.

Die Untersuchungsergebnisse an diesen sehr proteinreichen Proben weisen auf einen sehr interessanten Punkt hin: Es fällt auf, daß bei den schon in Düngungsstufe N₁ sehr hoch im Rohprotein liegenden Weizen Berkmen und Lakota trotz eines noch einmal kräftigen Anstiegs des Proteingehalts in der Düngungsstufe N₂, der prozentuale Lysingehalt des Eiweißes nur noch ganz minimal abnimmt - im Gegensatz zu der niedriger im Eiweiß liegenden Sorte Pitic und den Weizen aus dem Versuch des Jahres 1968, die bei einer durch die Düngung gleich hohen Steigerung ihres Proteingehaltes einen deutlicheren Rückgang des prozentualen Lysingehaltes zeigen. Dies würde bedeuten, daß mit steigenden Rohproteingehalten die negative Korrelation zwischen Protein- und Lysingehalt immer geringer wird und ab einer gewissen Eiweißhöhe kaum noch vorhanden ist.

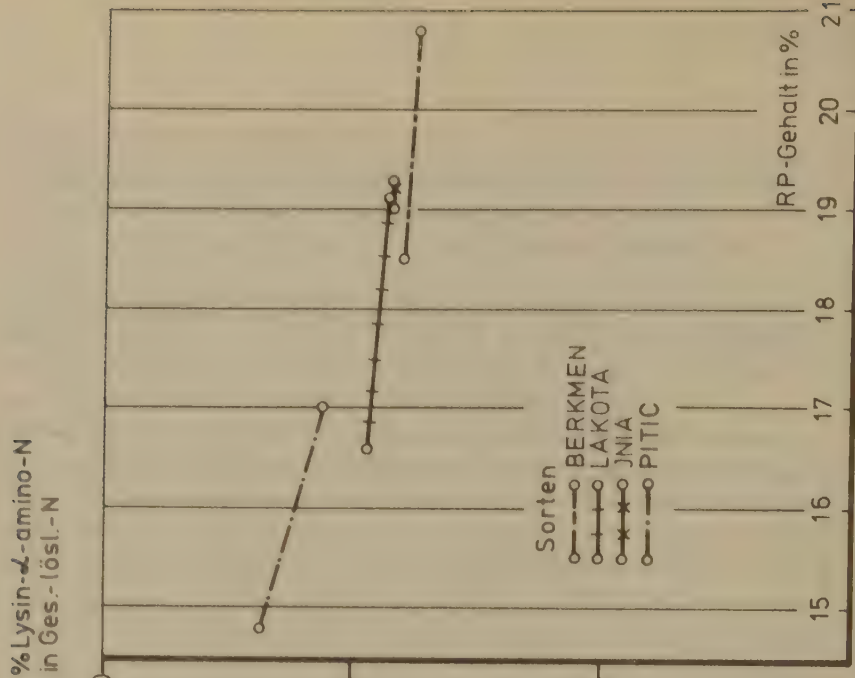
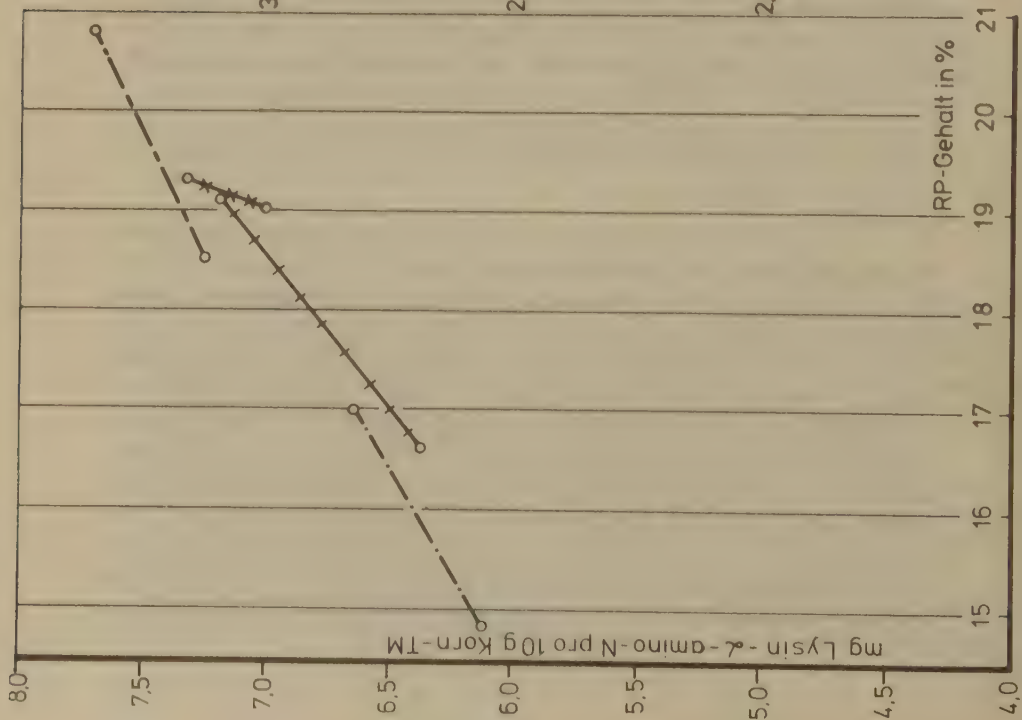


Abbildung 6: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung -

Dies scheint keinen Grund darin zu haben, daß die Weizen, wenn sie ihren Rohproteingehalt über eine bestimmte Höhe hinaus noch weiter steigern, auch noch einmal die Konstitutionseiwerte stärker erhöhen als bei gleicher Steigerung des Proteingehaltes im Bereich niedrigerer Rohproteingehalte. Denn es zeigt sich, daß der prozentuale Anteil der wasserlöslichen Fraktion bei den Weizen, die schon in Düngungsstufe N_1 sehr hoch liegen, trotz weiterer kräftiger Rohproteinsteigerung in Düngungsstufe N_2 kaum oder gar nicht abnimmt, während diese Fraktion bei Weizen mit niedrigem Rohproteingehalt in Düngungsstufe N_1 bei einer Steigerung des Rohproteingehaltes prozentual zurückgeht, wie es z.B. bei den Weizen des Jahres 1968 der Fall ist. Demgegenüber bleibt der prozentuale salzlösliche Anteil sowohl im Bereich niedrigerer als auch höherer Proteingehalte relativ konstant.

c) Sommerweizen-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1971 (V3)

Rohproteingehalte

Die am Probenmaterial dieser mit drei Sommerweizensorten mit zwei N-Düngungsstufen durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7: Rohproteingehalte bei Sommerweizen -
Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Gießen 1971

Sorte	Rohproteingehalt (N.6,25) in % d. ATM				N_2 relativ zu $N_1 = 100$
	N_1 x)	N_2 x)	M		
Kolibri	17,2	20,1	18,7		117
Solo	16,8	21,1	19,0		126
Stamm "S"	16,5	17,2	16,9		104
Mittel	16,8	19,8	18,2		116

x) $N_1 = 60+0+0$ kg/ha N; $N_2 = 60+30+60$ kg/ha N

Im Mittel der drei geprüften Sorten ergibt sich in Düngungsstufe N_1 schon ein sehr hoher Rohproteingehalt von 16,8%, der aber in Düngungsstufe N_2 noch einmal sehr stark erhöht wird und im Mittel der drei Sorten 19,8% erreicht. Während in Düngungsstufe N_1 die Sorte Kolibri mit 17,2% etwas höher liegt als Solo und Stamm S, weist in Düngungsstufe N_2 Solo mit 21,1% den höchsten Rohproteingehalt auf, gefolgt von Kolibri mit 20,1%. Stamm S erreicht in Düngungsstufe N_2 lediglich 17,2%. Damit ergeben sich auch für die relativen Steigerungen durch die zusätzlichen späteren N-Gaben bei den einzelnen Sorten völlig verschiedene Werte. In Düngungsstufe N_2 liegt Stamm S nur um relativ 4% höher als in Düngungsstufe N_1 , während Kolibri um 17% und Solo sogar um 26% höher liegen.

Proteinfraktionen

Die Ergebnisse der Proteinfraktionierungen für dieses Versuchsmaterial sind in Tabelle 8 zusammengestellt und in den Abbildungen 7 und 8 graphisch dargestellt.

Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse ist wiederum zu beachten, daß Stamm S im Rohproteinniveau etwas niedriger liegt als Kolibri und Solo; allerdings überschneiden sich die Werte von Stamm S in Düngungsstufe N_2 mit den Werten von Kolibri und Solo in Düngungsstufe N_1 , so daß ein Vergleich dieser drei Sorten bei gleichem Rohproteingehalt durchaus möglich erscheint.

Die Anteile der wasserlöslichen Fraktion liegen bei Stamm S mit jeweils 22,9% in beiden Düngungsstufen deutlich höher als bei Solo mit 18,8% in Düngungsstufe N_1 bzw. 18,3% in Düngungsstufe N_2 und bei Kolibri mit 18,5 bzw. 17,4%. Durch die zusätzlichen späteren N-Gaben ist bei Stamm S keine Verringerung des Anteils der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N eingetreten, bei Solo eine geringe, bei Kolibri eine deutliche Abnahme. Vergleicht man die Anteile bei gleichem Rohproteingehalt - in diesem Falle bei 17,2% - so liegen Kolibri mit 18,5% und Solo mit 18,8% sehr viel niedriger als Stamm S mit 22,9%.

In der salzlöslichen Fraktion liegt Stamm S mit 12,7 bzw. 12,2% wiederum etwas höher als Kolibri mit 11,5 bzw. 11,6% und Solo mit 11,6 bzw. 11,3%. Die durch zusätzliche späte Stickstoffgaben

Tabelle 8: Proteinfraktionen bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung
Versuch Gießen 1971
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserl. lösl.		salz. lösl.		alkoh. lösl.		laug. lösl.		Gesamt- lösl.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Kolibri	N1	44,9	18,5	28,1	11,5	81,2	33,4	89,0	36,6	274,3
	N2	49,6	17,4	32,9	11,6	100,1	35,2	102,1	35,8	320,8
Solo	N1	44,7	18,8	27,6	11,6	83,5	35,1	85,3	34,6	268,2
	N2	55,0	18,3	34,0	11,3	111,5	37,2	39,5	33,2	357,6
Stamm "S"	N1	53,7	22,9	29,8	12,7	67,6	28,8	83,8	35,7	263,8
	N2	56,9	22,9	30,3	12,2	72,4	29,2	88,5	35,7	275,7

Anteil am
Ges.-lösl.-N in %

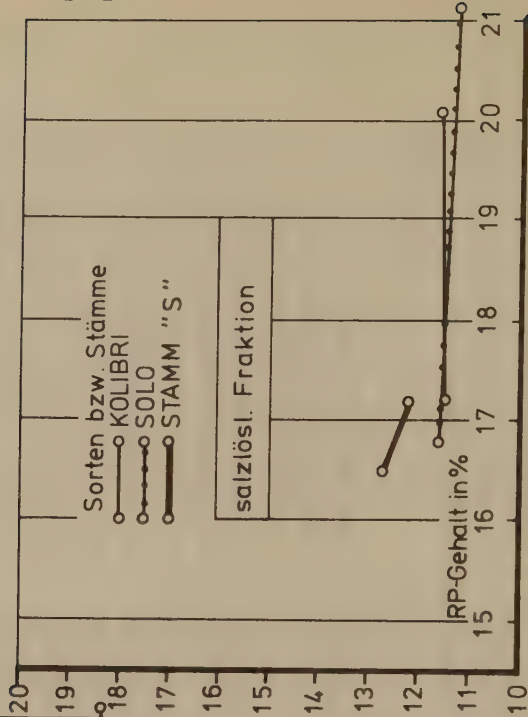
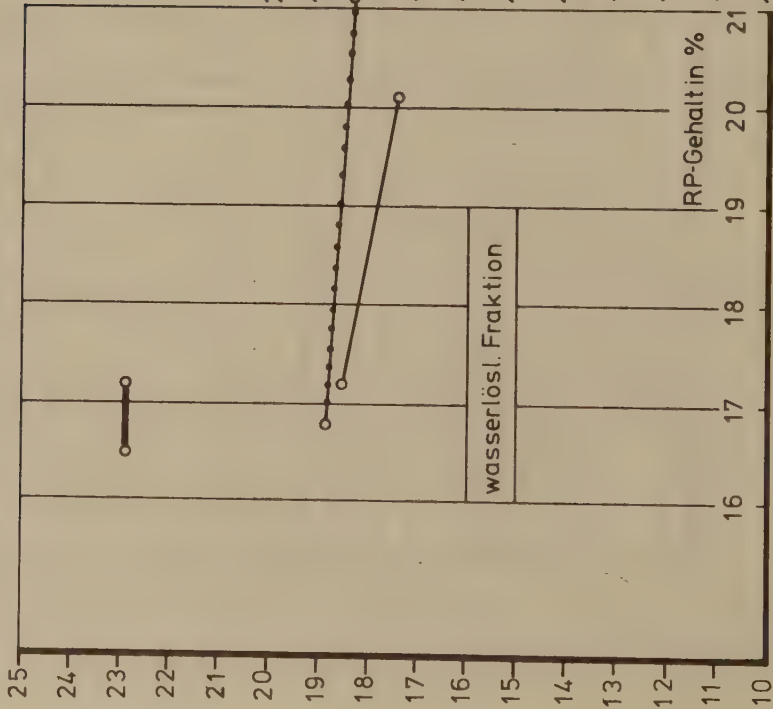
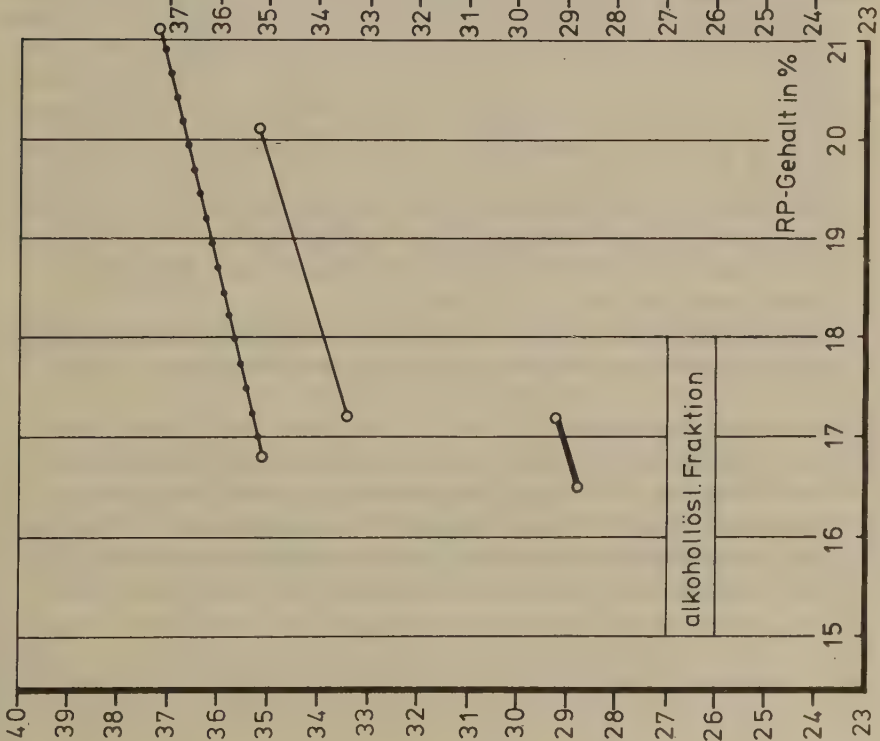


Abbildung 2: Proteinfraktionen bei Sommerweizen (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1971.

Anteil am

Ges.-lösl.-N in %



Sorten bzw. Stämme
○ KOLIBRI
○ SOLO
○ STAMM "S"

alkohollösl. Fraktion

laugelösl. Fraktion

RP-Gehalt in %

RP-Gehalt in %

Abbildung 8: Proteinfraktionen bei Sommerweizen (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Gießen 1971.

bewirkte starke Zunahme im Rohproteingehalt führte aber zu keiner bzw. nur einer geringen Abnahme des Anteils dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N. Der Vergleich der drei Sorten bei gleichem Rohproteingehalt - bei 17,2% - zeigt folgendes: Kolibri 11,5%, Solo 11,6%, Stamm S 12,2%.

In der alkohollöslichen Fraktion ergeben sich wiederum sehr deutliche sorten- und düngungsbedingte Unterschiede. In Düngungsstufe N_1 liegen die Anteile dieser Fraktion zwischen 28,8% (Stamm S) und 35,1% (Solo), in Düngungsstufe N_2 zwischen 29,2% (Stamm S) und 37,2% (Solo). Die sehr starke Erhöhung der absoluten Werte für diese Fraktion in Düngungsstufe N_2 gegenüber Düngungsstufe N_1 führt auch zu einer Erhöhung im prozentualen Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N. Bei gleichem Rohproteingehalt - 17,2% - ergeben sich folgende Anteile für die einzelnen Sorten: Solo 35,3%, Kolibri 33,4% und Stamm S 29,2%.

In der laugelöslichen Fraktion weist Solo in beiden Düngungsstufen mit 34,6% bzw. 33,2% die niedrigsten Anteile auf, die Sorte Kolibri mit 36,6 bzw. 35,8% die höchsten. Trotz starker Erhöhung der absoluten Werte ergeben sich in Düngungsstufe N_2 bei Kolibri und Solo also etwas niedrigere Anteile dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N als in Düngungsstufe N_1 ; bei Stamm S ist eine solche Abnahme nicht zu verzeichnen, wobei aber zu berücksichtigen ist, daß der Anstieg im Rohproteingehalt von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_2 vergleichsweise sehr gering ist. Der Vergleich der Anteile dieser Fraktion bei gleichem Rohproteingehalt - 17,2% - zeigt, daß die Sorte Kolibri mit 36,6% und Stamm S mit 35,7% höher liegen als Solo mit 34,5%.

Insgesamt gesehen bestätigen die Ergebnisse die am Probenmaterial der vorhergehenden Versuche festgestellten Tendenzen.

Errechnete Lysinwerte

Die in gleicher Weise wie in den Versuchen 1 und 2 errechneten Lysinwerte lassen - wiederum unter den gleichen Vorbehalten - folgendes erkennen (siehe Tabelle 9 bzw. Abbildung 9): Durch die düngungsbedingte Erhöhung der Rohproteingehalte nimmt auch der absolute Gehalt an Lysin- α -amino-N pro 10g Korn-TM bei allen drei Sorten stark zu. Während in Düngungsstufe N_1 die Werte zwi-

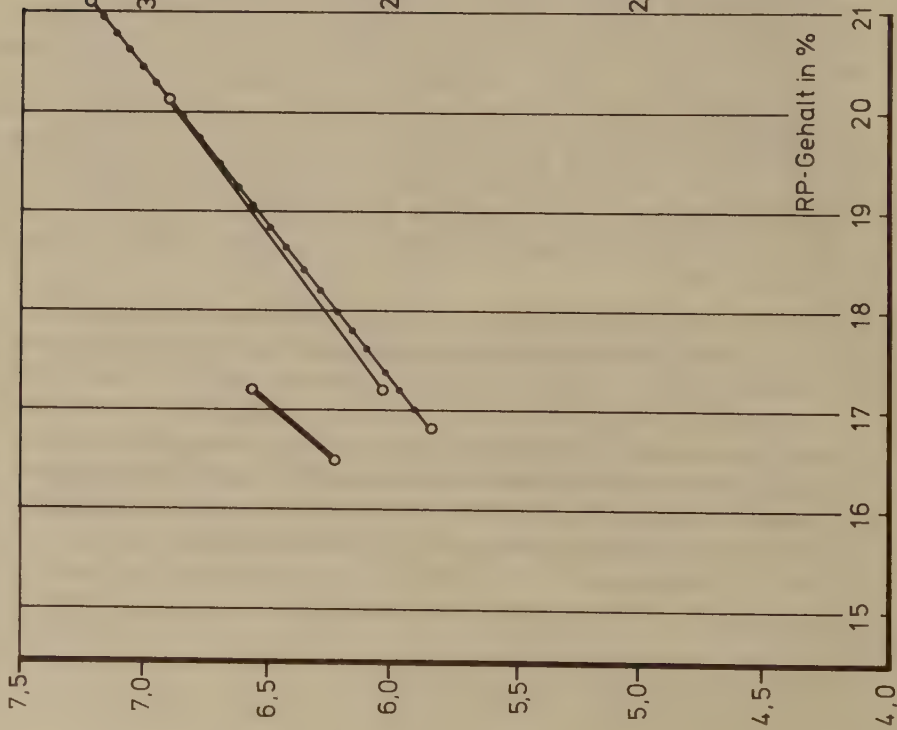
Tab. 11: Errechnete Lysinwerte bei Sommerfrüchten - Lysin von Sorte und
Düngungsstufe - Version Oktober 1971
 (in mg Lysin- α -amino-/10g Korn-TM und in Lysin- α -amino-N in
 Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	Alanin		Gluconin		Prolinin		Gut nin		Gesamt	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Kolibri	N1	2,01 0,03	0,98 0,39	0,65 0,27	2,40 0,33	3,03 2,43				
	N2	2,25 0,70	1,12 0,33	0,80 0,20	2,70 0,37	3,51 2,42				
Solo	N1	2,01 0,34	0,94 0,40	0,57 0,20	2,22 0,33	3,04 2,45				
	N2	2,20 0,33	1,16 0,39	0,89 0,30	2,89 0,30	7,22 2,42				
Stamm "S"	N1	2,42 1,03	1,01 0,43	0,54 0,23	2,30 0,36	6,23 2,65				
	N2	2,50 1,03	1,05 0,41	0,50 0,23	2,39 0,36	6,56 2,63				

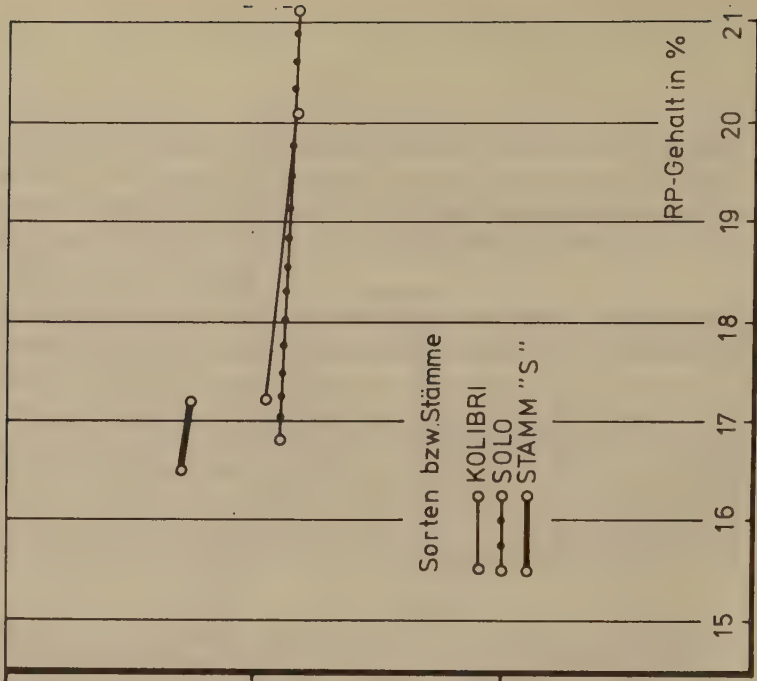
schen 5,84 mg und 6,23 mg liegen, liegen sie in Düngungsstufe N₂ zwischen 6,56 und 7,22 mg. Die prozentualen Anteile von Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N nehmen in Düngungsstufe N₂ nur wenig ab und liegen bei den einzelnen Sorten deutlich verschieden. Der Vergleich der errechneten Werte bei gleichem Rohproteingehalt - 17,2% - ergibt folgendes Bild: Während Solo 2,43% Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N aufweist und Kolibri 2,48%, weist Stamm S bei gleichem Rohproteingehalt 2,63% auf. Ein entsprechender Vergleich der absoluten Werte ergibt bei einem gleichen Rohproteingehalt von 17,2% bei Solo einen Gehalt von 5,82 mg, bei Kolibri von 6,03 mg und bei Stamm S von 6,56 mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM.

Wichtig ist festzustellen, daß sich bei diesem Probenmaterial mit relativ sehr hohen Rohproteingehalten wiederum ein nur sehr geringer Abfall im errechneten Lysinanteil ergibt - obwohl durch die zusätzlichen späteren Stickstoffgaben vor allem bei Kolibri und Solo noch sehr starke Zunahmen im Rohproteingehalt bewirkt wurden. Das weist wiederum darauf hin, daß ab einem bestimmten Proteinniveau der Lysinanteil trotz weiterhin stark ansteigenden Proteingehalten nicht mehr nennenswert abnimmt.

mg Lysin- α -amino-N
pro 10g Korn-TM



% Lysin- α -amino-N
in Ges.-lösl.-N



Sorten bzw. Stämme

○ KOLIBRI

○ SOLO

○ STAMM "S"

Abbildung 2: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung -

d) Sommerweizen-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V4)

Rohproteingehalte

Am Material des mit sechs Sommerweizensorten in drei N-Düngungsstufen auf vier sehr verschiedenen Standorten durchgeführten Versuches wurden folgende Ergebnisse ermittelt (siehe Tabelle 10):

Im Mittel der sechs Sorten und der vier Standorte wird in Düngungsstufe N_1 ein Rohproteingehalt von 14,2%, in Düngungsstufe N_2 von 15,1% und in Düngungsstufe N_3 von 15,8% erreicht. Das Rohproteinniveau liegt dabei auf Standort Hungen mit Werten zwischen 16,2 und 17,1% im Mittel aller Sorten am höchsten, auf Standort Stubenwald mit Werten zwischen 14,3 und 15,9% an zweiter Stelle, auf Standort Lindenholzhausen mit Werten zwischen 14,0 und 15,2% an dritter Stelle und auf Standort Rothemann mit Werten zwischen 12,2 und 14,8% eindeutig am niedrigsten. Dementsprechend ist aber die Wirkung der zusätzlichen späteren N-Gaben auf die Rohproteingehalte auf Standort Rothemann im Mittel aller Sorten eindeutig am stärksten; denn es ergibt sich hier eine relative Steigerung von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_3 um 21%. Sehr deutliche Unterschiede zeigen sich im Mittel der vier Standorte auch für die einzelnen Sorten, wobei Opal mit 13,6 bzw. 14,5 bzw. 15,1% in den einzelnen Düngungsstufen jeweils am niedrigsten liegt und die Sorte Solo mit 14,7 bzw. 15,9 bzw. 16,7% am höchsten liegt. Dabei muß besonders vermerkt werden, daß die Sorte Solo - obwohl sie bereits in der Düngungsstufe N_1 den absolut höchsten Rohproteingehalt im Mittel der vier Standorte aufweist - auch noch die höchste absolute und relative Zunahme im Rohproteingehalt durch die zusätzlichen späteren Stickstoffgaben erreicht. Unterdurchschnittlich war die Erhöhung des Rohproteingehaltes durch die erhöhte Düngung vor allem bei den Sorten Kolibri und Sirius.

Proteinfraktionen

Für die Proteinfraktionierung wurden aus diesem Versuchsmaterial zunächst die Proben vom Standort Rothemann herangezogen, weil sich auf diesem Standort die deutlichsten Reaktionen der einzelnen Sorten im Rohproteingehalt auf die erhöhte Stickstoffdüngung zeigten. Die Proteinfraktionierung wurde an den Proben der Düngungsstufe N_1 und N_3 durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Protein-

Tabelle 10: Rohproteingehalte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte, Standort und n-Düngung - Versuchsreihe 1971

sorte	Rohproteingehalt (N x 6,25) in % d. ATM														
	Hungen			Stubenwald			Lindenholzhausen			Rothenmann			Mittel		Ges.-
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	M ₃
Janus	17,1	17,7	18,1	14,7	14,7	15,6	13,7	14,4	15,2	11,3	13,2	14,9	14,3	15,0	16,0
Kleiber	16,0	16,8	16,6	14,0	15,0	15,7	13,7	14,4	15,0	12,5	13,9	14,8	14,0	15,0	15,6
Kolibri	15,8	16,5	17,0	15,0	15,0	15,7	14,5	14,5	15,5	12,7	14,8	15,0	14,5	15,2	15,8
Opal	16,1	16,3	16,7	13,7	14,6	15,7	12,8	13,4	14,1	11,7	13,6	14,1	13,6	14,5	15,1
Sirius	16,1	16,1	16,1	13,6	14,5	15,7	14,3	14,6	15,4	12,0	14,0	14,4	14,0	14,8	15,4
Solo	16,3	17,5	18,0	14,4	15,9	16,8	14,9	15,5	15,9	12,9	14,7	15,8	14,7	15,9	16,7
Mittel	16,2	16,8	17,1	14,3	14,9	15,9	14,0	14,5	15,2	12,2	14,0	14,8	14,2	15,1	15,6
relativ	100	104	106	100	104	111	100	104	109	100	115	121	100	106	111

x) N₁ = 80+0+0 kg/ha N; N₂ = 80+40+0 kg/ha N; N₃ = 80+40+40 kg/ha N

fraktionierung sind in Tabelle 11 zahlenmäßig wiedergegeben und in Abbildung 10 und 11 graphisch dargestellt.

Die Anteile der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N liegen in Dünungsstufe N_1 mit Werten zwischen 25,1% (Solo) und 28,2% (Sirius) deutlich höher als in Dünungsstufe N_3 mit Werten zwischen 22,9% (Kolibri) und 26,9% (Sirius). Die sehr deutliche Zunahme in den absoluten Werten von 45,4 mg (Janus) bis 49,3 mg (Sirius) in Dünungsstufe N_1 auf 51,5 mg (Kolibri) bis 58,2 mg (Solo) in Dünungsstufe N_3 war also trotzdem geringer als die Zunahme am Gesamt-löslich-N, so daß sich jene sehr deutliche Abnahme im relativen Anteil dieser Fraktion in Dünungsstufe N_3 gegenüber Dünungsstufe N_1 ergibt. Vergleicht man die Sorten bei gleichem Rohproteingehalt von 14,0%, so ergibt sich folgendes Bild: Den höchsten Anteil weist die Sorte Sirius mit 27,1% auf, gefolgt von Sorte Opal mit 26,4%. Eine Mittelstellung nehmen Kleiber mit einem Anteil von 25,5% und Solo mit 24,9% ein. Den niedrigsten Anteil in der wasserlöslichen Fraktion weisen bei diesem Rohproteingehalt von 14% die Sorten Janus mit 24,2% und Kolibri mit 23,9% auf.

Die salzlösliche Fraktion ist bei allen geprüften Sorten in Dünungsstufe N_3 absolut erhöht. Ihr Anteil am Gesamt-löslich-N liegt bei allen Sorten in Dünungsstufe N_1 etwas höher (11,3% bei Opal bis 12,6% bei Janus) als in Dünungsstufe N_3 (10,7% bei Opal bis 12,0% bei Janus und Kolibri). Vergleicht man die Sorten wieder bei einem gleichen Rohproteingehalt von 14%, so liegen Janus mit 12,2% und Kolibri mit 12,1% an der Spitze; Kleiber, Solo und Sirius nehmen mit 11,7, 11,6 und 11,4% eine Mittelstellung ein; den niedrigsten Anteil weist Opal mit 10,7% auf.

Die alkohollösliche Fraktion ist in Dünungsstufe N_3 bei allen Sorten wiederum absolut stark erhöht, und zwar in jedem Falle stärker als die Gehalte an Gesamt-löslich-N, so daß sich in Dünungsstufe N_3 bei jeder Sorte eine Zunahme im prozentualen Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N gegenüber in Dünungsstufe N_1 ergibt. Die prozentualen Anteile liegen in Dünungsstufe N_1 zwischen 25,0% (Sirius) und 29,8% (Solo). In Dünungsstufe N_3 liegen die Anteile zwischen 27,6% (Sirius) und 33,1% (Janus). Der Vergleich der sechs Sorten bei einheitlichem Rohproteinge-

Tabelle 11: Proteinfraktionen bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Rothemann 1971
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserlös.		salzlösl.		alkohollösl.		laugelösl.		Gesamt- lösli.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Janus	45,4	27,1	21,0	12,6	45,2	27,0	55,9	33,4	167,5	180,5
	51,9	26,2	26,7	12,0	73,9	35,1	71,0	31,8	225,5	239,3
Kleiber	49,2	26,4	22,5	12,0	43,2	26,4	65,8	35,2	186,7	199,7
	55,3	25,0	25,4	11,5	61,7	27,9	79,1	35,7	221,5	236,6
Kolibri	47,5	25,3	22,9	12,2	51,5	27,4	66,0	35,1	187,9	205,6
	51,5	22,9	27,0	12,0	68,3	30,4	78,1	34,7	224,9	241,0
Opal	48,8	27,8	19,9	11,3	46,3	26,4	60,8	34,6	175,8	187,4
	56,6	26,3	25,1	10,7	63,6	29,5	72,1	33,5	215,4	226,6
Sirius	49,3	28,2	20,9	11,9	43,8	25,0	61,0	34,8	175,0	191,4
	57,6	26,9	24,1	11,3	58,6	27,6	73,1	34,1	213,4	230,1
Solo	47,8	25,1	22,4	11,8	56,7	29,8	63,6	33,4	190,5	206,7
	58,2	24,6	26,8	11,4	76,4	32,3	74,8	31,7	236,2	251,5

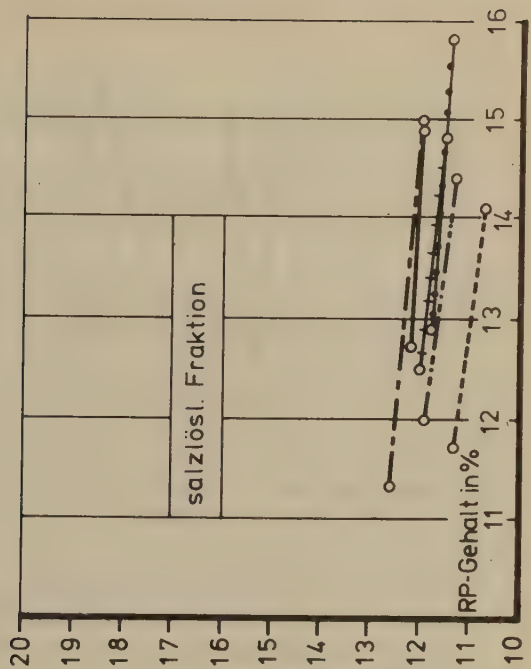
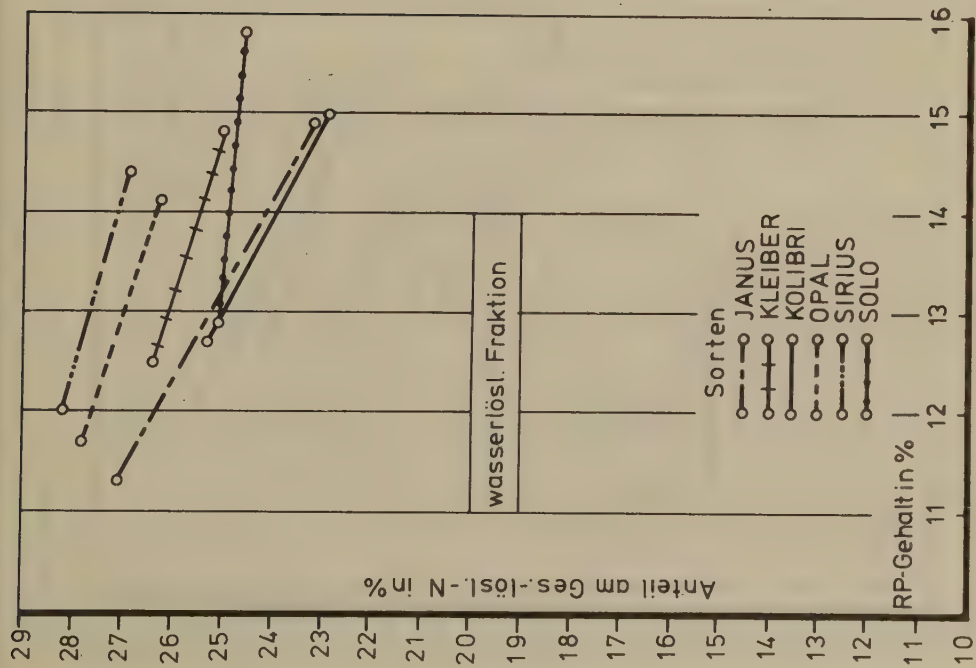


Abbildung 10: Proteinfractionen bei Sommerweizen (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Rothemann).

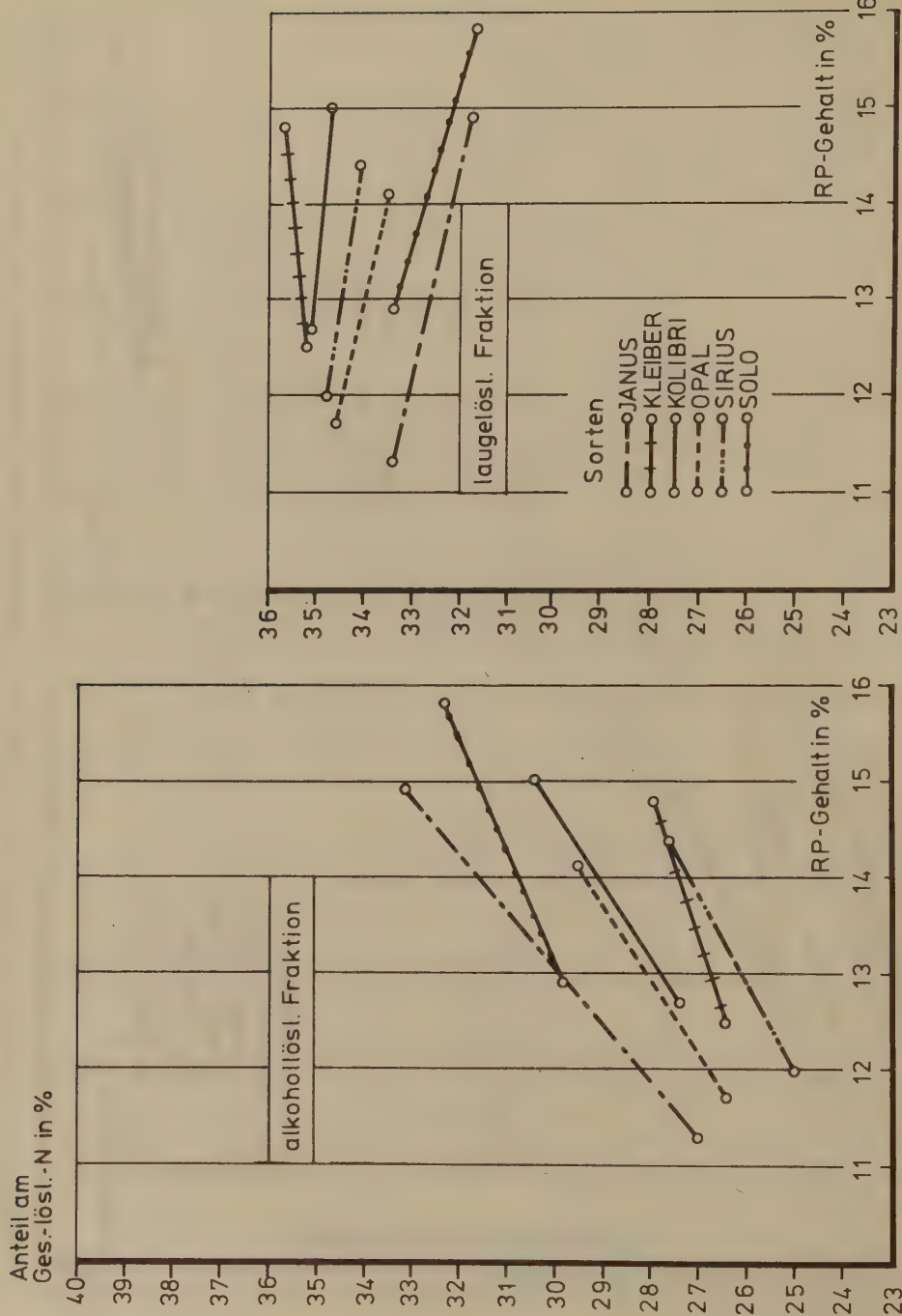


Abbildung 11: Proteinfractionen bei Sommerweizen (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Rothemann).

- -

halt von 14% läßt folgende Sortenabstufung erkennen: Der höchsten Anteil der alkohollöslichen Fraktion weist Janus mit 31,6% auf, es folgt Solo mit 30,8%; eine Mittelstellung nehmen Opal mit 29,3% und Kolibri mit 29,1% ein, während die Sorten Kleiber mit 27,4% und Sirius mit 27,2% den eindeutig niedrigsten Anteil aufweisen.

Auch in den Anteilen der laugelöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N lassen sich deutliche Düngungs- und Sortenunterschiede erkennen. Bei fünf der sechs geprüften Sorten liegen die Anteile dieser Fraktion bei stark erhöhten Rohproteingehalten in Düngungsstufe N_3 niedriger als in Düngungsstufe N_1 ; nur für Kleiber wurde die Tendenz einer leichten Zunahme festgestellt. Die Anteile liegen in Düngungsstufe N_1 zwischen 33,4% (Janus und Solo) und 35,2 bzw. 35,1% (Kleiber und Kolibri), in Düngungsstufe N_3 zwischen 31,7% bzw. 31,8% (Solo und Janus) und 35,7% (Kleiber). Vergleicht man die Sorten wiederum bei dem gleichen Rohproteingehalt von 14%, so liegt Kleiber mit einem Anteil von 35,5% an der Spitze, gefolgt von Kolibri mit 34,9%; mittlere Anteile zeigen Sirius mit 34,2% und Opal mit 33,5%; die niedrigsten Anteile weisen Solo mit 32,6% und Janus mit 32,2% auf.

Insgesamt gesehen zeigen die Ergebnisse der Proteinfractionierung an den Proben dieses Versuches gleiche bzw. sehr ähnliche Werte und Tendenzen, wie sie in den zuvor besprochenen drei Versuchen festgestellt wurden - insbesondere wenn man das jeweilige Rohproteinniveau berücksichtigt.

Während in den zuvor behandelten Versuchen 1 bis 3 jeweils der Einfluß von Sorte und N-Düngung auf die Proteinfractionen untersucht werden konnte, ist es an Hand des Materials dieses Versuches 4 nun aber auch möglich, dem Einfluß des Standortes nachzugehen. Zu diesem Zwecke wurden die beiden Sorten Janus und Kleiber von verschiedenen Standorten verglichen. Diese beiden Sorten wurden gewählt, weil sie sich auf dem Standort Rothemann in ihren Eiweißfraktionen am deutlichsten voneinander unterscheiden. Die Proben der Sorten Janus und Kleiber (jeweils Düngungsstufe N_1 und N_3) wurden von den Standorten Rothemann, Stubenwald und Lindenholzhausen in einer gesonderten Analysenserie auf ihre Eiweißfraktionen untersucht. Die Ergebnisse dieses Standort-Sorten-N-

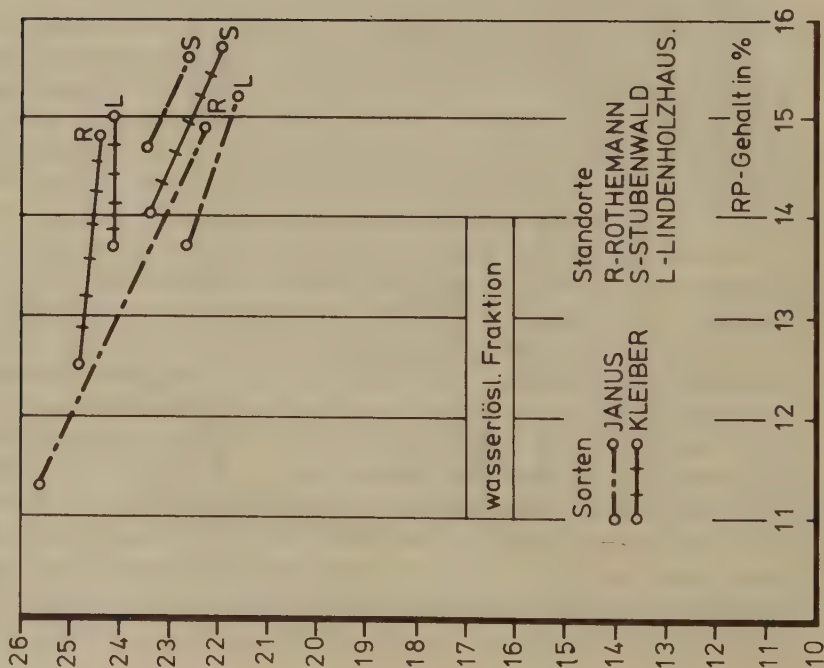
Düngungsvergleichs sind in Tabelle 12 zusammengestellt und in den Abbildungen 12 und 13 graphisch wiedergegeben.

Sehr interessant ist an diesen Ergebnissen zunächst einmal der Vergleich der hier gefundenen Werte für die Sorten Janus und Kleiber auf Standort Rothemann mit den in der vorhergehenden Analyserie ermittelten und in Tabelle 11 mitgeteilten Werte für die gleichen Proben: Die Übereinstimmung ist vergleichsweise sehr gut, und zwar mit einer Ausnahme (Kleiber, wasserlösliche Fraktion) in allen Fraktionen. Vergleicht man jeweils die gleiche Sorte auf verschiedenen Standorten, so ergeben sich nur ausnahmsweise Unterschiede in den einzelnen Fraktionen; letzteres trifft insbesondere für Proben vom Standort Stubenwald zu. In der wasserlöslichen Fraktion zeigen die Proben von Kleiber auf Standort Stubenwald in der Tendenz niedrigere Anteile als von den Standorten Rothemann und Lindenholzhausen, während die Proben von Janus von Standort Stubenwald in der Tendenz einen höheren Anteil an dieser Fraktion aufweisen als die Proben der gleichen Sorte von den Standorten Rothemann und Lindenholzhausen. In der alkohollöslichen Fraktion weisen die Proben der Düngungsstufe N_3 von Standort Stubenwald einen relativ höheren Anteil auf als von den übrigen beiden Standorten. Das trifft für beide Sorten zu - aber nur in Düngungsstufe N_3 , während die Werte in Düngungsstufe N_1 für alle drei Standorte sehr eng beieinanderliegen. In der laugelöslichen Fraktion liegen die Proben der Sorte Janus von Standort Stubenwald niedriger als die vergleichbaren Proben von den beiden anderen Standorten. Insgesamt gesehen jedoch ist der Einfluß dieser sehr verschiedenen Standorte auf die Proteinfractionen dieser beiden Sorten gering. Der Vergleich der Sorten Janus und Kleiber auf diesen drei Standorten zeigt demgegenüber sehr deutlich, daß sich die beiden Sorten auch unter sehr verschiedenen Standortbedingungen jeweils deutlich voneinander unterscheiden. Am klarsten kommt dies in den beiden Reserveproteinfraktionen zum Ausdruck. Vergleicht man die beiden Sorten bei einem Rohproteingehalt von 14%, so ergibt sich folgende klare Differenzierung: Die alkohollösliche Fraktion nimmt auf allen drei Standorten bei Janus einen Anteil von rund 32% ein, bei Kleiber von nur 28%. Die laugelösliche Fraktion nimmt im Mittel der drei Standorte bei Janus nur etwa 32% ein, bei Kleiber dagegen über 35%.

Tabelle 12: Proteinfraktionen bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Gesamt-löslich-N
(in mg/10g Korn-NM und in % des Gesamt-löslich-N)

Standort, Sorte u. Düngungsstufe	wasserlös.		salzlösl.		alkohollösl.		laugelösl.		Gesamt- lösl.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Janus	N1	42,0	25,6	21,6	13,1	45,7	27,8	55,1	33,5	180,5
	N3	49,0	22,2	26,4	11,9	74,0	33,4	71,9	32,5	239,5
Kleiber	N1	46,6	24,8	21,9	11,7	48,9	26,6	66,9	35,6	199,7
	N3	53,2	24,4	24,5	11,2	61,4	28,1	79,1	36,5	230,6
Janus	N1	51,8	23,4	28,3	12,9	73,6	33,3	67,3	30,4	235,8
	N3	52,8	22,6	27,0	11,6	83,3	35,7	70,3	30,1	249,7
Kleiber	N1	49,0	23,4	27,3	13,1	59,4	28,4	73,4	35,1	224,9
	N3	50,4	21,9	28,2	12,2	70,4	30,5	81,4	35,4	250,1
Janus	N1	47,1	22,6	27,4	13,2	65,3	31,4	68,0	32,7	213,7
	N3	48,6	21,6	27,2	12,1	75,7	33,6	73,8	32,8	243,1
Kleiber	N1	50,3	24,1	26,4	12,6	58,6	28,1	73,4	35,2	213,7
	N3	53,5	24,1	26,8	12,1	63,5	28,5	78,7	35,4	240,5

Anteil am
Ges.-lösl.-N in %



12.1

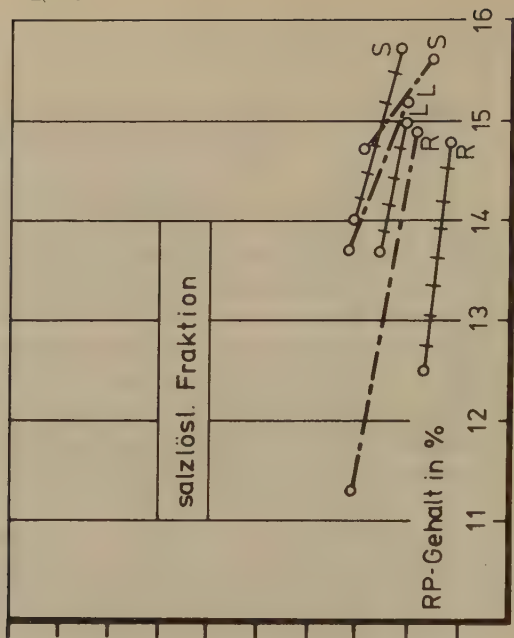


Abbildung 12: Proteinfractionen bei Sommerweizen (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

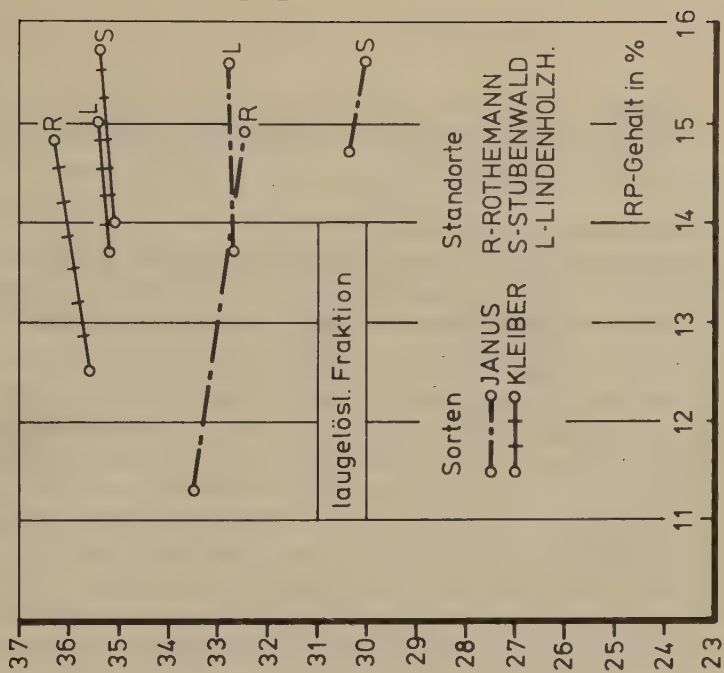
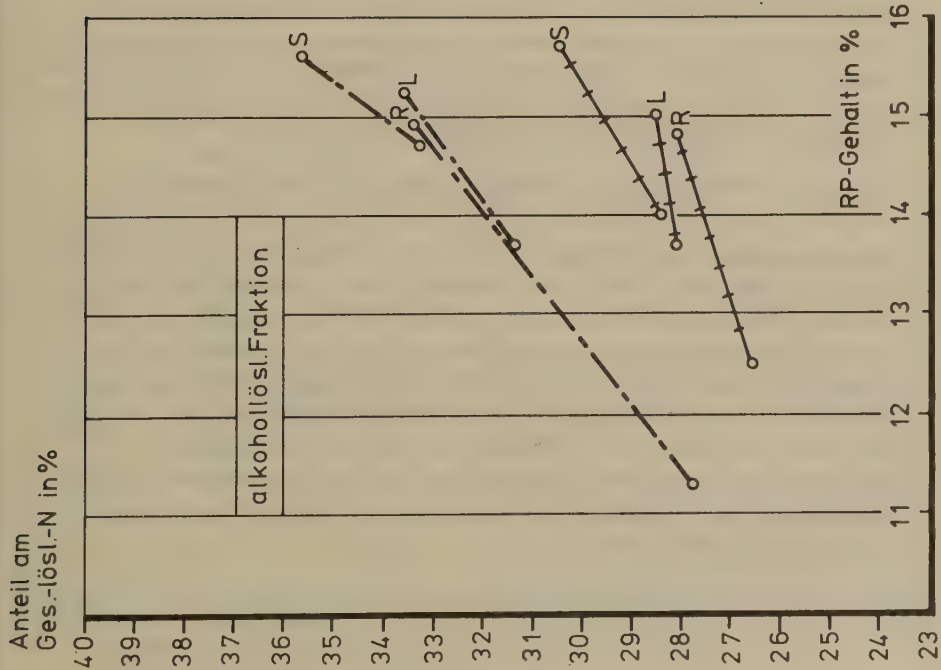


Abbildung 12: Proteinfraktionen bei Sommerweizen (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Dieser Vergleich deutet also auf eine sehr gute Konstanz der Sorten hinsichtlich ihrer Proteinfractionen auf den hier berücksichtigten Standorten hin.

Errechnete Lysingehalte

Die auf Grund der Fraktionierungsergebnisse errechneten Lysingehalte sind in den Tabellen 13 und 14 zahlenmäßig wiedergegeben und in den Abbildungen 14 und 15 graphisch dargestellt.

Im Sortenvergleich auf Standort Rothemann weist die Sorte Kleiber den höchsten Lysin- α -amino-N-Gehalt/10g Korn-TM in Düngungsstufe N_1 mit 5,15 mg (bei 12,5% RF) auf, den niedrigsten Janus mit 4,62 mg (bei 11,3% RF). Den höchsten Wert in Düngungsstufe N_3 erreicht Solo mit 6,16 mg (bei 15,8% RF), den niedrigsten Janus mit 5,76 mg (bei 14,9% RF). Die Anteile des Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N liegen in Düngungsstufe N_1 bei Sirius mit 2,81% am höchsten, bei Solo mit 2,67% am niedrigsten - bei deutlichen Unterschieden im Rohproteingehalt (12,0 bzw. 12,9%). In der Düngungsstufe N_3 liegen die Werte bei allen Sorten etwas niedriger als in Düngungsstufe N_1 . Den höchsten Wert erreicht die Sorte Sirius mit 2,73% bei einem Rohproteingehalt von 14,4%, den niedrigsten Janus mit 2,58% bei 14,9% Rohprotein. Die zusätzliche späte Stickstoffgabe führte also in jedem Falle zu deutlich erhöhten Lysin- α -amino-N-Gehalten in der Korn-TM und zu einer leichten Abnahme bezogen auf das Gesamt-löslich-N.

Im Standortvergleich mit Janus und Kleiber (siehe Tabelle 14) zeigen sich analoge Ergebnisse.

Vergleicht man nun die errechneten Werte wieder bei gleichem Rohproteingehalt, so ergibt sich aus Abbildung 14 sowohl für die absoluten Gehalte in der Korn-TM als auch für die Anteile am Gesamt-löslich-N eine gewisse Sortendifferenzierung. Bei 14% Rohprotein liegen die absoluten Werte für die Sorten Opal, Sirius und Kleiber in der Tendenz mit Werten um 5,70 mg etwas höher als für Kolibri, Solo und Janus mit Werten um 5,5 mg. Die prozentualen Anteile am Gesamt-löslich-N weisen die gleiche Tendenz auf: Sirius, Kleiber und Opal zeigen Werte um 2,70-2,75%, die übrigen drei Sorten solche um 2,65%.

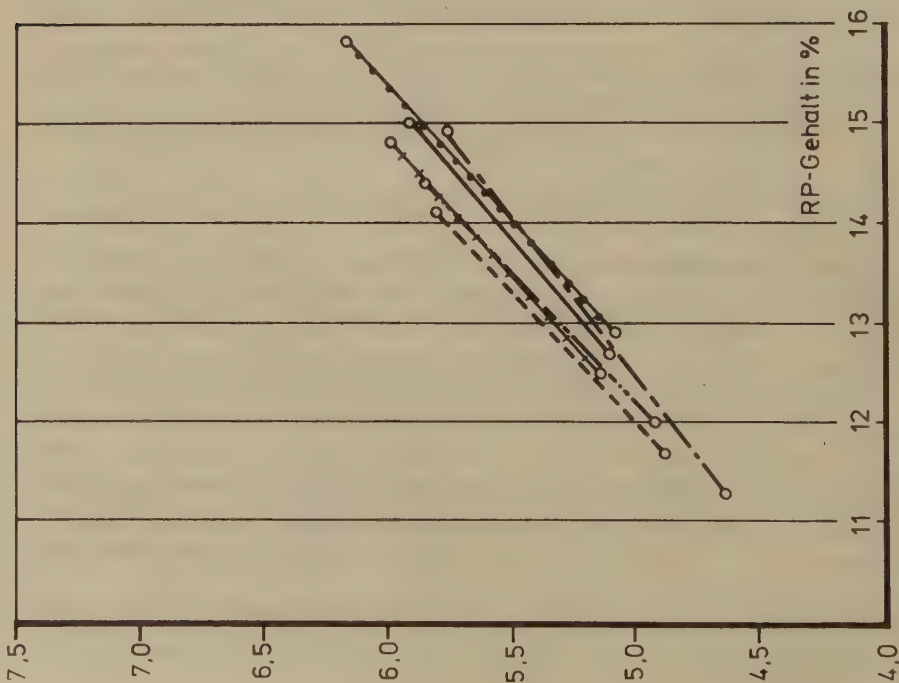
Tabelle 13: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Rothemann 1971
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe		Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
		mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Janus	N1	2,04	1,22	0,71	0,43	0,36	0,21	1,51	0,90	4,62	2,76
	N3	2,54	1,05	0,91	0,41	0,59	0,26	1,92	0,86	5,76	2,58
Kleiber	N1	2,21	1,18	0,77	0,41	0,59	0,21	1,78	0,95	5,15	2,75
	N3	2,49	1,12	0,86	0,39	0,49	0,22	2,14	0,97	5,98	2,70
Kolibri	N1	2,14	1,14	0,78	0,42	0,41	0,22	1,78	0,95	5,11	2,73
	N3	2,32	1,03	0,92	0,41	0,55	0,24	2,11	0,94	5,90	2,62
Opal	N1	2,20	1,25	0,68	0,39	0,37	0,21	1,64	0,93	4,89	2,78
	N3	2,55	1,18	0,79	0,37	0,51	0,24	1,95	0,91	5,80	2,70
Sirius	N1	2,22	1,27	0,71	0,40	0,35	0,20	1,65	0,94	4,93	2,81
	N3	2,59	1,21	0,82	0,38	0,47	0,22	1,97	0,92	5,85	2,73
Solo	N1	2,15	1,13	0,76	0,40	0,45	0,24	1,72	0,90	5,08	2,67
	N3	2,62	1,11	0,91	0,39	0,61	0,26	2,02	0,86	6,16	2,62

Tabelle 14: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte, Düngungsstufe und Standort			Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
			mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Rothemann	Janus	N1	1,69	1,15	0,73	0,44	0,37	0,23	1,49	0,91	4,48	2,73
		N3	2,21	1,00	0,90	0,41	0,59	0,27	1,94	0,88	5,64	2,56
	Kleiber	N1	2,10	1,14	0,74	0,40	0,39	0,21	1,81	0,98	5,04	2,73
		N3	2,39	1,10	0,83	0,38	0,49	0,22	2,14	0,98	5,85	2,68
Stubenwald	Janus	N1	2,33	1,05	0,97	0,44	0,59	0,27	1,82	0,82	5,71	2,58
		N3	2,58	1,02	0,92	0,40	0,67	0,29	1,90	0,81	5,87	2,52
	Kleiber	N1	2,21	1,06	0,93	0,45	0,48	0,23	1,98	0,95	5,60	2,69
		N3	2,27	0,99	0,96	0,42	0,56	0,24	2,20	0,95	5,99	2,60
Lindenholzhausen	Janus	N1	2,12	1,02	0,93	0,45	0,52	0,25	1,84	0,89	5,41	2,61
		N3	2,19	0,97	0,92	0,41	0,61	0,27	1,99	0,88	5,71	2,53
	Kleiber	N1	2,26	1,08	0,90	0,43	0,47	0,23	1,98	0,95	5,61	2,69
		N3	2,41	1,08	0,91	0,41	0,51	0,23	2,12	0,95	5,95	2,67

mg Lysin- α -amino-N
pro 10g Korn-TM



% Lysin- α -amino-N
in Ges.-lösl.-N

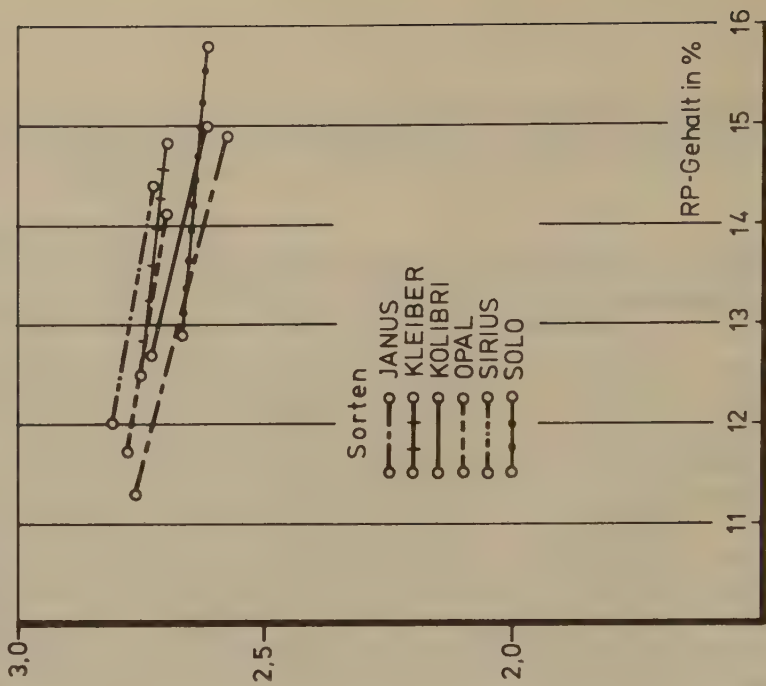


Abbildung 14: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971 (Standort Rothemann).

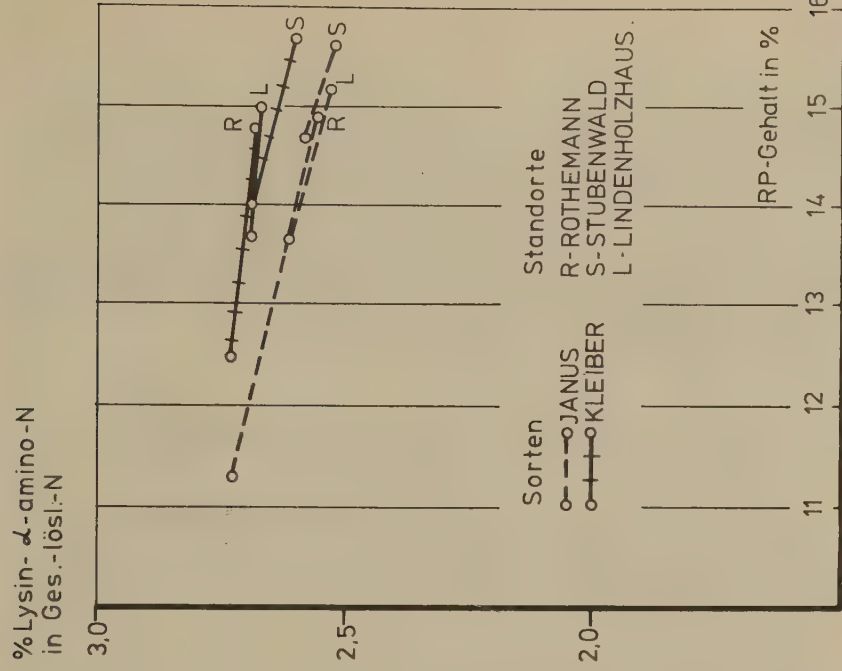
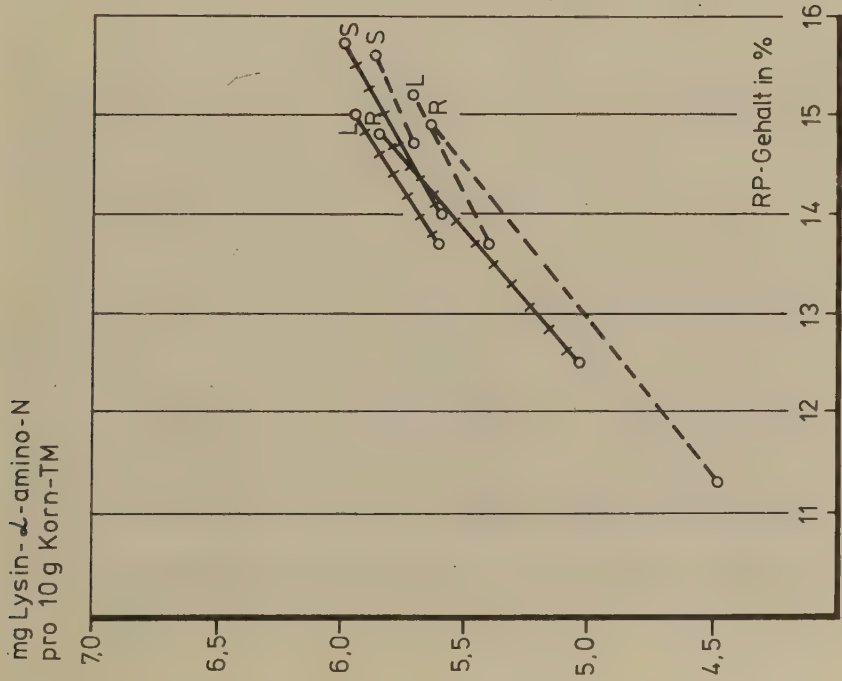


Abbildung 15: Errechnete Lysinwerte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte, standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Beim Standortvergleich mit den beiden Sorten Janus und Kleiber ergibt sich aus Abbildung 15 folgendes: Die absoluten Werte liegen für Janus in der Tendenz auf den beiden Standorten Rothemann und Lindenhofzhausen eindeutig niedriger als für Kleiber, lediglich auf Standort Stubenwald ist die Differenzierung nicht so klar. Betrachtet man die Anteile des errechneten Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N bei einem einheitlichen Rohproteingehalt von 14,0%, so liegt Kleiber mit Werten um 2,70% auf allen drei Standorten etwas höher als Janus mit Werten um 2,60%.

e) Sommergersten-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1967 und 1968 (V5)

Das hier untersuchte Probenmaterial entstammt Versuchen mit jeweils sechs Sorten in vier Düngungsstufen auf den sehr unterschiedlichen Standorten Gießen und Groß-Gerau aus den Versuchsjahren 1967 und 1968.

Rohproteingehalte

Die ermittelten Rohproteingehalte sind für die beiden Standorte in Tabelle 15 zusammengestellt.

Auf Standort Gießen liegen die ermittelten Rohproteingehalte in beiden Versuchsjahren auf etwa gleicher Höhe; im Mittel aller sechs Sorten und der vier N-Stufen wird 1967 ein Rohproteingehalt von 11,2% und 1968 von 11,4% erreicht. Deutlich unterscheiden sich in den beiden Jahren allerdings die Mittel der Düngungsstufe N_1 mit 9,9% im Jahre 1967 und 10,5% im Jahre 1968 sowie der Düngungsstufe N_3 mit 11,4% im Jahre 1967 und 12,0% im Jahre 1968. Diese beiden Düngungsstufen haben sich also in Abhängigkeit von der Jahreswitterung sehr unterschiedlich auf den Rohproteingehalt ausgewirkt. Demgegenüber liegen die Mittel der Düngungsstufen N_2 und N_4 in beiden Jahren etwa gleich, wobei jedoch zu beachten ist, daß bei einzelnen Sorten doch beträchtliche Unterschiede in beiden Jahren bei der gleichen Düngungsvariante auftreten (vergleiche z.B. Sorten Impala und Nackta in Düngungsstufe N_2 in den Jahren 1967 einerseits und 1968 andererseits).

In beiden Jahren hat die steigende Stickstoffdüngung im Mittel der sechs Sorten und bei jeder Einzelsorte zu einer deutlichen

Tabelle 15: Rohproteingehalte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuchsreihe 1967 und 1968

Sorten	Rohprotein (Nx6,25 in % d.ATH)									
	1967					1968				
	x) N ₁	x) N ₂	x) N ₃	x) N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M
Gießen										
Gerda	9,6	11,0	11,4	12,4	11,1	10,8	10,7	11,9	12,5	11,4
Impala	9,7	10,2	10,6	12,7	10,8	10,0	11,2	11,4	12,5	11,3
Ingrid	9,2	10,3	10,3	11,5	10,3	10,0	10,4	11,4	12,0	11,0
Maakta	11,3	12,0	13,1	13,2	12,6	10,9	11,3	12,5	13,2	12,0
Nota	9,7	11,3	11,5	12,3	11,3	10,8	11,0	12,2	12,3	11,6
Union	9,6	10,8	11,6	12,6	11,2	10,3	10,5	12,3	12,1	11,3
Mittel	9,9	11,1	11,4	12,5	11,2	10,5	10,9	12,0	12,4	11,4
Groß-Gerau										
Gerda	10,7	12,1	11,0	14,2	12,1	9,7	11,5	12,1	12,6	11,0
Impala	10,0	11,7	12,1	14,4	12,1	9,0	11,7	12,0	12,9	11,6
Ingrid	9,2	11,4	12,2	13,9	11,7	9,6	10,6	11,9	12,7	11,2
Maakta	10,1	12,3	13,2	13,1	12,7	10,4	11,9	12,9	13,5	12,2
Nota	10,9	12,0	12,0	14,3	12,2	9,2	11,4	11,9	12,5	11,3
Union	9,7	11,1	11,9	14,4	11,5	9,7	11,3	12,1	12,6	11,4
Mittel	10,1	11,0	12,2	14,4	12,2	9,7	11,4	12,2	12,8	11,5

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+40 kg/ha N

Erhöhung der Rohproteingehalte geführt. Dabei ist die Erhöhung im Jahre 1967 mit absolut 2,6% von Düngungsstufe N_1 auf Düngungsstufe N_4 stärker als im Jahre 1968 mit 1,9%. Dies ist bedingt durch das unterschiedliche Rohproteinniveau in N_1 in den beiden Versuchsjahren. Die zusätzliche späte Stickstoffgabe zum Zeitpunkt des Ährenschiebens in Höhe von 40 kg/ha N (vergleiche Düngungsstufe $N_4 = 40+40+40$ kg/ha N mit Düngungsstufe $N_2 = 40+40+0$ kg/ha N) führt in beiden Jahren zu einer etwa gleichen Erhöhung im Rohproteingehalt - nämlich um 1,4 bzw. 1,5%.

Im Mittel der beiden Versuchsjahre reagieren auf Standort Gießen die Sorten Impala mit um 2,7% und Union mit um 2,5% höheren Rohproteingehalten in Düngungsstufe N_4 gegenüber Düngungsstufe N_1 am stärksten auf die erhöhten N-Gaben. Die Sorten Nackta, Gerda und Ingrid reagieren mit 2,1 bzw. 2,2% am wenigsten stark, während die Erhöhung bei der Sorte Nota mit 2,3% dem Mittel der sechs Sorten entspricht.

Auf Standort Groß-Gerau ergeben sich im Mittel der sechs geprüften Sorten und der vier Düngungsstufen sehr unterschiedliche Rohproteingehalte in den beiden Versuchsjahren: 1967 wird ein Mittelwert von 12,2%, 1968 ein solcher von nur 11,5% erreicht. (Die Erträge liegen im Jahre 1967 im Mittel aller Varianten bei nur 30,8 dz/ha, im Jahre 1968 dagegen bei 41,7 dz/ha.) Auch in den einzelnen Düngungsstufen ergeben sich im Mittel der sechs Sorten deutliche Unterschiede - mit Ausnahme in Düngungsstufe N_2 . Besonders groß ist der Unterschied in Düngungsstufe N_4 , in der 1967 14,4%, 1968 aber nur 12,8% Rohprotein erreicht werden. Die Erhöhung der Rohproteingehalte durch steigende N-Gaben ist auf diesem Standort deutlich höher als auf Standort Gießen und beträgt 1967 4,3%, 1968 3,1% in Düngungsstufe N_4 gegenüber Düngungsstufe N_1 . Die zusätzliche N-Spättdüngung zum Zeitpunkt des Ährenschiebens in Höhe von 40 kg/ha N (vergleiche Düngungsstufe N_4 mit Düngungsstufe N_2) bedingt 1967 eine Zunahme im Rohproteingehalt um 2,6%, liegt aber im Jahre 1968 (bei sehr hohem Ertragsniveau) mit 1,4% etwa gleich hoch wie auf Standort Gießen.

Weit stärker als auf Standort Gießen reagieren auf Standort Groß-Gerau alle sechs geprüften Sorten auf steigende N-Gaben. Im Mittel der beiden Versuchsjahre erhöhen sich die Rohproteingehalte

- - -

in Düngungsstufe N_4 gegenüber Düngungsstufe N_1 besonders stark bei den Sorten Nackta, Impala, Ingrid und Union mit 4,0-3,8%; am geringsten ist die Erhöhung bei der Sorte Gerda mit 3,2%, und die Sorte Nota liegt mit einer Erhöhung um 3,4% ebenfalls unter dem Mittel.

Insgesamt gesehen ergibt sich somit teilweise eine sehr unterschiedliche Reaktion der Sorten auf beiden Standorten: während die beiden Sorten Impala und Union auf beiden Standorten zu den am stärksten reagierenden Sorten gehören, liegen die beiden Sorten Nackta und Ingrid auf Standort Gießen unter dem Mittel, auf Standort Groß-Gerau dagegen an der Spitze in der Erhöhung des Rohproteingehaltes durch steigende N-Gaben. Die Sorten Nota und Gerda reagieren dagegen auf beiden Standorten am geringsten im Rohproteingehalt auf steigende N-Gaben.

Proteinfraktionen

Für die Proteinfraktionierungen wurden aus dem in Abschnitt "Rohprotein" besprochenen Material sechs Varianten herausgegriffen, und zwar die Düngungsstufen N_1 und N_4 der Sorten Ingrid, Nota und Union von Standort Groß-Gerau aus dem Versuchsjahre 1968. Die Ergebnisse sind in Tabelle 16 und in den Abbildungen 16 und 17 graphisch dargestellt.

Ähnlich wie bei den zuvor gesprochenen Weizen lassen auch die hier untersuchten Gerstenvarianten deutliche Unterschiede in den Eiweißfraktionen in Abhängigkeit von Sorte und Düngung erkennen.

In der wasserlöslichen Fraktion liegen in Düngungsstufe N_1 die Sorten Ingrid und Nota mit jeweils 21,6% etwas höher als die Sorte Union mit nur 18,7%. In Düngungsstufe N_4 steigen die absoluten Mengen dieser Fraktion deutlich an, und alle drei Sorten weisen einen deutlich niedrigeren Anteil dieser Fraktion am Gesamtlöslich-N auf, wobei Nota mit 18,4% etwas höher liegt als Ingrid mit 17,7% und Union mit 17,2%. Vergleicht man die Anteile der wasserlöslichen Fraktion bei gleichem Rohproteingehalt - z.B. bei 11% -, so weist die Sorte Union mit 18,0% einen deutlich niedrigeren Anteil als die Sorten Ingrid und Nota mit jeweils 19,8% auf.

In der salzlöslichen Fraktion zeigen sich ebenfalls gewisse sor-

Tabelle 16: Proteinfraktionen bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Gros-Gerau 1968
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserlösl.		salzlösl.		alkohollösl.		laugelösl.		Gesamt- lös.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Ingrid	26,5	21,6	15,1	12,3	31,7	25,8	49,4	40,3	122,7	153,0
	29,9	17,7	18,3	10,8	52,8	31,2	68,1	40,3	169,1	203,0
Nota	28,1	21,6	15,0	11,5	44,4	34,1	42,7	32,8	130,2	147,0
	32,7	18,4	17,9	10,1	71,9	40,0	55,9	31,5	177,5	201,0
Union	24,7	18,7	15,2	11,5	35,4	26,7	56,8	43,0	132,1	157,0
	30,1	17,2	17,9	10,2	56,8	32,4	70,4	40,2	175,2	202,0

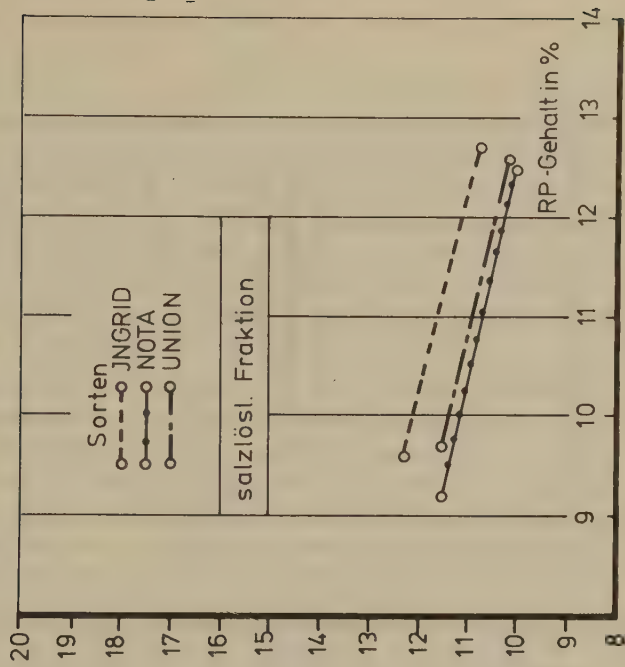
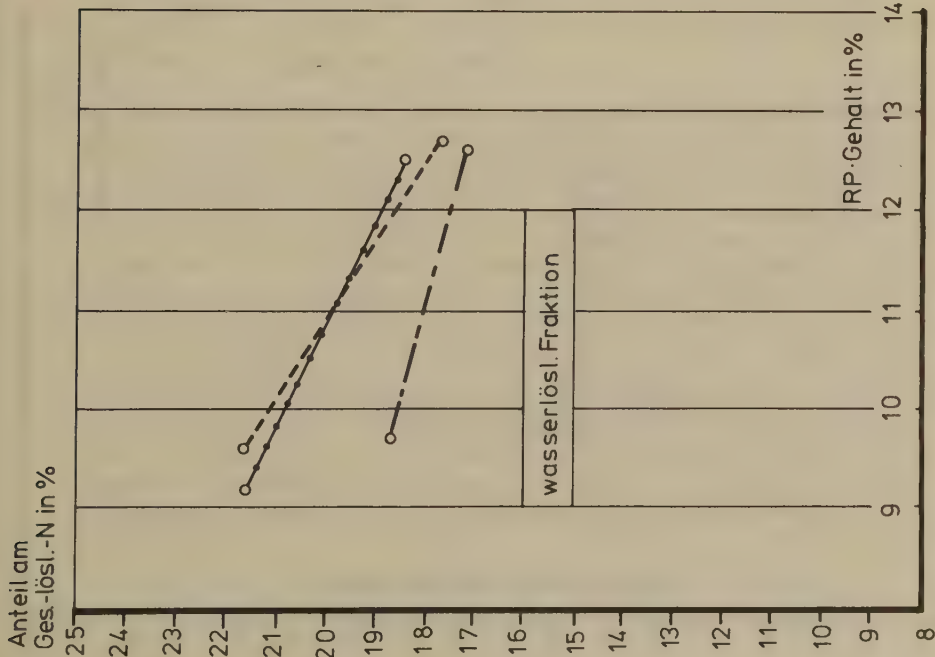


Abbildung 16: Proteinfraktionen bei Sommergerste (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Groß-Gerau 1968.

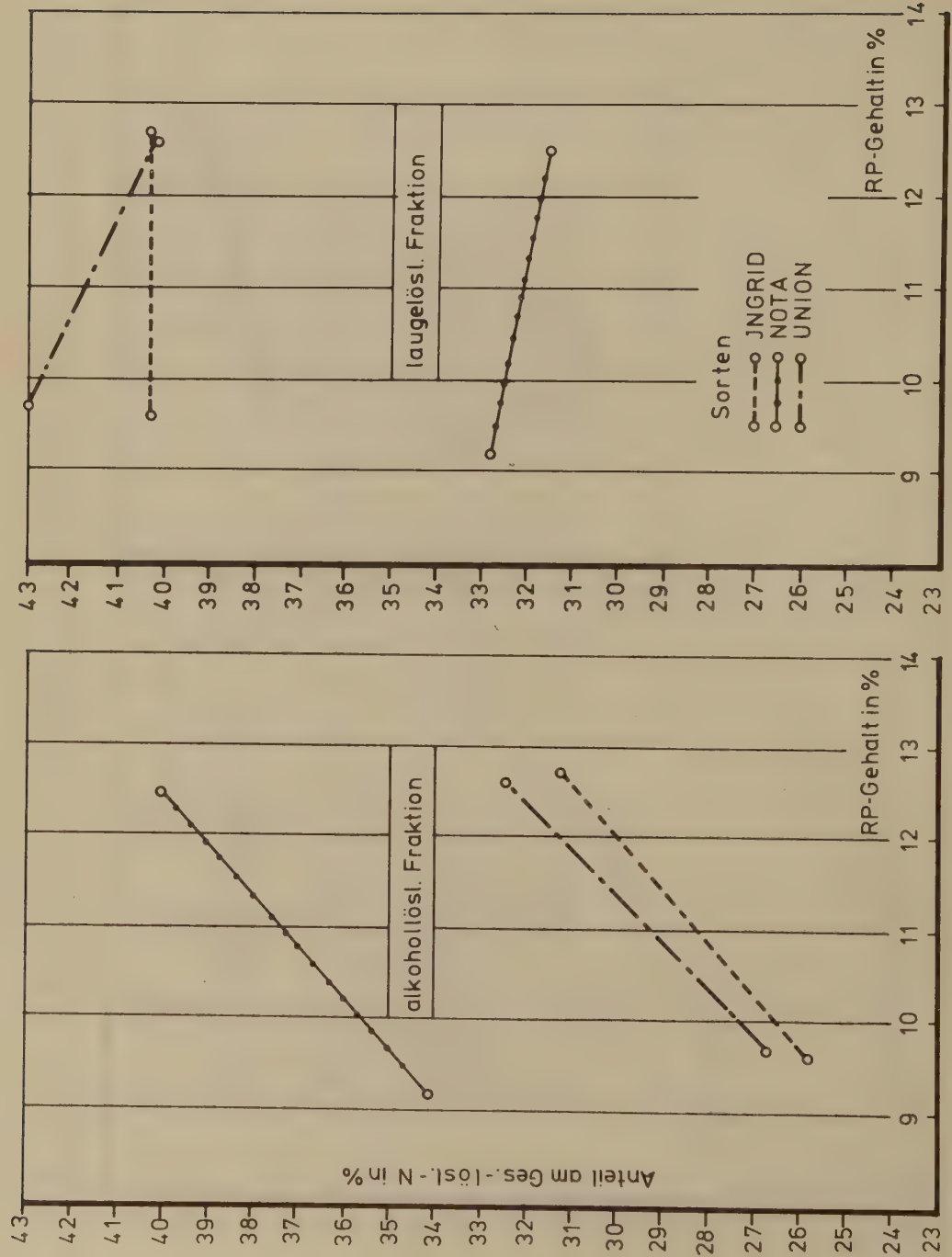


Abbildung 17: Proteinfractionen bei Sommergerste (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -

ten- und düngungsbedingte Unterschiede. In Düngungsstufe N_1 weist die Sorte Ingrid mit 12,3% Anteil einen etwas höheren Wert als die Sorten Nota und Union mit 11,5% auf. In Düngungsstufe N_4 sind die absoluten Mengen wiederum erhöht, der prozentuale Anteil ist jedoch bei allen drei Sorten verringert und beträgt bei Ingrid 10,8%, bei Nota und Union 10,1 bzw. 10,2%. Ein Vergleich der Sorten bei einem einheitlichen Rohproteingehalt von 11% ergibt für Ingrid einen Anteil der salzlöslichen Fraktion am Gesamt-löslichen N von 11,7%, bei Nota und Union von 10,7 bzw. 10,9%.

In der alkohollöslichen Fraktion treten sehr große Unterschiede zutage. In Düngungsstufe N_1 weisen die Sorten Ingrid mit 25,8% und Union mit 26,7% einen weitaus geringeren Anteil als die Sorte Nota mit 34,1% auf. In der Düngungsstufe N_4 erhöht sich die absolute Menge bei allen drei Sorten sehr stark und auch die Anteile der alkohollöslichen Fraktion nehmen stark zu; letztere liegen aber wiederum bei Ingrid mit 31,2% und Union mit 32,4% deutlich niedriger als bei Nota mit 40,0%. Sie liegen damit bei Ingrid und Union in Düngungsstufe N_4 auch immer noch niedriger als bei Nota in Düngungsstufe N_1 . Vergleicht man wieder die Anteile der alkohollöslichen Fraktion bei einem gleichen Rohproteingehalt von 11%, so ergeben sich folgende Anteile: Ingrid 28,2%, Union 29,2%, Nota 37,3%.

In der laugelöslichen Fraktion zeigen sich ähnliche sortenbedingte Unterschiede; aber in umgekehrter Richtung. In Düngungsstufe N_1 weisen Ingrid und Union mit 40,3% bzw. 43,0% deutlich höhere Anteile auf als Nota mit 32,8%. In Düngungsstufe N_4 ergeben sich bei allen drei Sorten stark erhöhte absolute Mengen dieser Fraktion, wobei die Erhöhung bei Ingrid eindeutig am stärksten ist. Die Anteile der laugelöslichen Fraktion liegen bei Ingrid mit 40,3% nicht niedriger als in Düngungsstufe N_1 , bei Union ergibt sich ein leichter Abfall auf 40,2%, bei Nota tritt ebenfalls nur ein geringer Abfall auf. Der Wert liegt mit 31,5% im Vergleich zu den Anteilen der beiden anderen Sorten aber wieder sehr niedrig. Vergleicht man die Anteile der laugelöslichen Fraktion bei einem gleichen Rohproteingehalt von 11%, so ergeben sich folgende Werte: Union 41,7%, Ingrid 40,3%, Nota 32,1%.

Errechnete Lysinwerte

In gleicher Weise wie bei den untersuchten Weizenproben sind auch für die hier untersuchten Gerstenvarianten Lysinwerte auf Grund der Ergebnisse der Proteinfractionierungen errechnet worden. (siehe hierzu auch unter 3.) Die auf diese Weise errechneten Lysinwerte sind für die sechs Varianten dieses Versuches in Tabelle 17 zusammengestellt und in Abbildung 18 graphisch wiedergegeben.

Tabelle 17: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Groß-Gerau 1968
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe		Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
		mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Ingrid	N ₁	1,19	0,97	0,51	0,42	0,25	0,20	1,20	1,04	3,23	2,03
	N ₄	1,33	0,79	0,62	0,37	0,42	0,25	1,77	1,05	4,14	2,46
Nota	N ₁	1,26	0,97	0,51	0,39	0,36	0,28	1,11	0,85	3,24	2,49
	N ₄	1,47	0,83	0,61	0,34	0,57	0,32	1,45	0,82	4,10	2,31
Union	N ₁	1,11	0,84	0,52	0,39	0,28	0,21	1,48	1,12	3,39	2,56
	N ₄	1,35	0,77	0,61	0,35	0,45	0,26	1,33	1,04	4,24	2,42

In Düngungsstufe N₁ liegen die absoluten Gehalte an mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM zwischen 3,23 bzw. 3,24 mg bei Ingrid und Nota und 3,39 mg bei Union. In Düngungsstufe N₄ liegen die Gehalte bei allen drei Sorten wesentlich höher, nämlich für Nota bei 4,10 mg, für Ingrid bei 4,14 mg und für Union bei 4,24 mg/10g Korn-TM.

Die prozentualen Gehalte des Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N liegen in Düngungsstufe N₁ bei Nota mit 2,49% am niedrigsten, bei Ingrid mit 2,63% am höchsten, Union nimmt mit 2,56% eine Mittelstellung ein. In Düngungsstufe N₄ liegen die prozentualen Anteile bei allen drei Sorten niedriger als in Düngungsstufe N₁ und betragen bei Ingrid noch 2,46%, bei Union 2,42%, dagegen bei Nota nur 2,31%. Damit liegt der errechnete Lysinwert für Ingrid in Düngungsstufe N₄ bei einem Rohprotein Gehalt von 17,7% immer noch ähnlich hoch wie bei Nota in Düngungsstufe N₁ bei einem Roh-

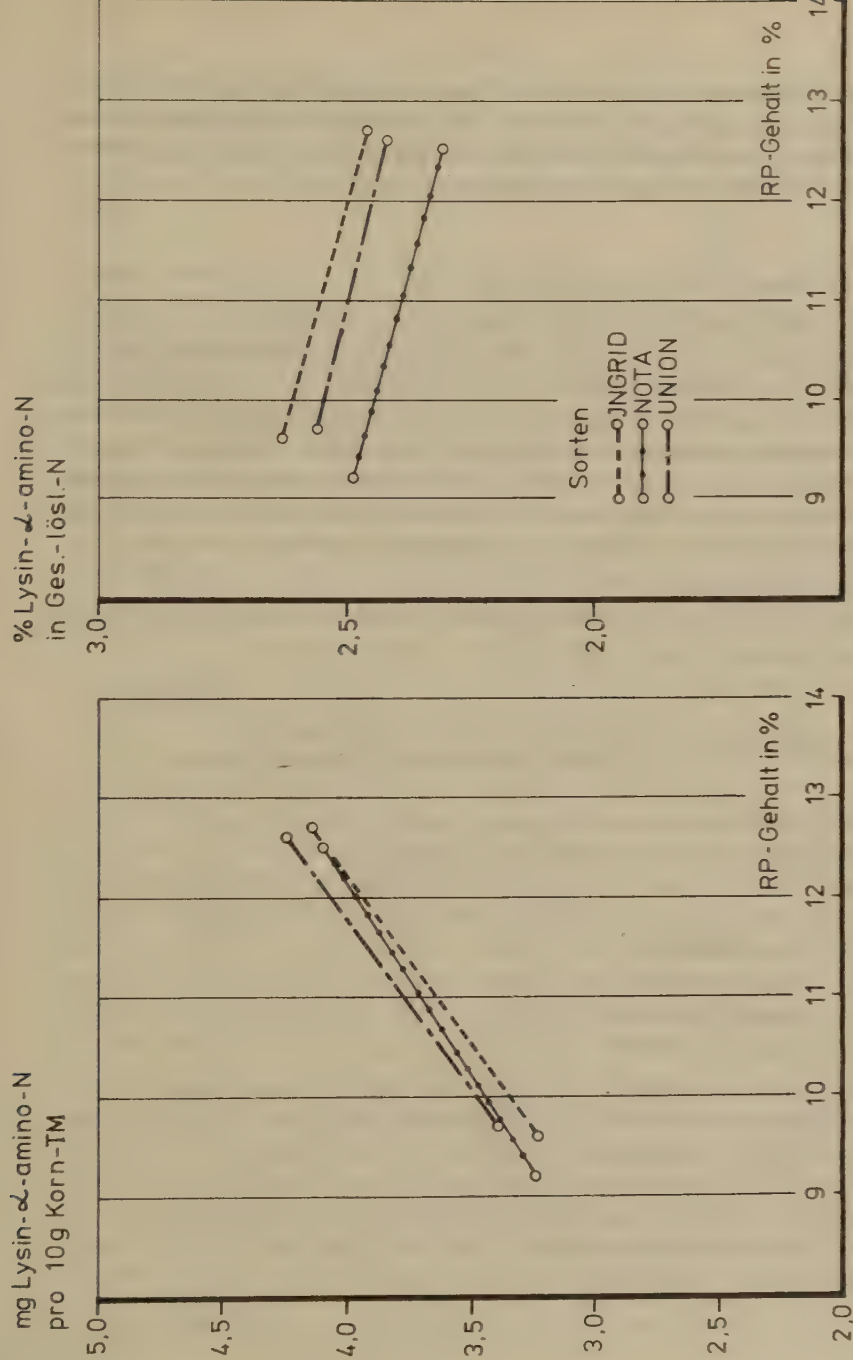


Abbildung 18: errechnete lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Groß-Gerau 1968.

proteingehalt von nur 9,2%. Vergleicht man den Lysin- α -amino-N-Anteil am Gesamt-löslich-N bei gleichem Rohproteingehalt von 11%, so ergibt sich für Nota ein Anteil von 2,39%, für Union von 2,50% und für Ingrid von 2,55%.

f) Sommergersten-Versuche 1970 (V6)

Nachdem sich beim vorher besprochenen Probenmaterial aus dem Versuchsjahr 1968 teilweise sehr deutliche Sortenunterschiede in der Eiweißzusammensetzung gezeigt hatten, sollten nunmehr am hiesigen Institut neu gezüchtete Sorten bzw. Stämme im Vergleich zu anderen Sorten untersucht werden. Die Sorte Virga und die beiden Stämme Stamm 1 und Stamm 2 sind der Sorte Asse bzw. der Sorte Ingrid vergleichend gegenübergestellt. Das Material stammt aus verschiedenen Versuchen von unterschiedlichen Standorten.

Rohproteingehalte

Die an den Proben dieser Untersuchungsreihe ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Tabelle 18: Rohproteingehalte bei Sommergerste -
Einfluß der Sorte - Versuchsreihe 1970

Sorte und Standort	Rohproteingehalt (N.6,25) in % d.Korn-TM		
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}
Asse, GIESSEN	10,6		
Virga, GIESSEN	10,4		
Stamm 1, GIESSEN	12,4		
Stamm 2, GIESSEN	11,9		
Asse, G.-GERAU	10,4	10,8	
Virga, G.-GERAU	11,5	12,2	
Ingrid, KROFDORF	11,5		12,3

x) N₁ = 40+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 40+0+60 kg/ha N.

- - -

Es zeigen sich erwartungsgemäß deutliche Sorten-, Standort- und Düngungseinflüsse. Eine weitere Erörterung dieser Werte erübrigt sich jedoch. Sie sind lediglich zur Kennzeichnung des Materials und Beurteilung der Ergebnisse der Proteinfractionierungen notwendig.

Proteinfractionen

Die an diesen teilweise von verschiedenen Standorten stammenden Proben ermittelten Proteinfractionen sind in Tabelle 19 zusammengefaßt und in den Abbildungen 19 und 20 graphisch dargestellt.

In der wasserlöslichen Fraction ergeben sich zwischen den Sorten bzw. Stämmen wieder gewisse Unterschiede, insbesondere Stamm 2 weist einen relativ hohen Anteil dieser Fraction am Gesamt-löslich-N auf. Interessant erscheint die Feststellung, daß der Anteil der wasserlöslichen Fraction bei Asse und Virga von Standort Groß-Gerau deutlich niedriger liegt als bei den analogen Proben von Standort Gießen - bei Virga trotz etwa gleichen Gesamt-N-Gehaltes.

Die salzlösliche Fraction läßt ebenfalls gewisse Sortenunterschiede erkennen. Sie sind jedoch nur gering.

In der alkohollöslichen Fraction treten sehr deutliche Sortenunterschiede auf. Einen sehr niedrigen Anteil weisen neben der Variante Ingrid Düngungsstufe N₁ die Varianten der Sorte Virga auf. Vergleicht man die Anteile der alkohollöslichen Fraction am Gesamt-löslich-N bei gleichem Rohproteingehalt (siehe Tabelle 19 und Abbildung 20), so ergeben sich für die beiden Sorten Asse und Virga sehr deutliche Unterschiede: die drei Proben der Sorte Asse weisen bei 11% Rohprotein einen Anteil von ca. 33-34% (extrapoliert in Abbildung 20) auf, die drei Proben der Sorte Virga einen solchen von nur etwa 26%.

In der laugelöslichen Fraction zeigt sich praktisch ein umgekehrtes Verhältnis, nämlich ein sehr viel höherer Anteil dieser Fraction bei Virga gegenüber Asse. Die Sorte Virga liegt damit der Vergleichssorte Ingrid relativ nahe, wenn auch die niedrigen Werte von Ingrid in der alkohollöslichen Fraction und die sehr hohen Werte in der laugelöslichen Fraction nicht ganz erreicht werden (vergleiche bei gleichem Rohproteingehalt). Sehr deutliche

Tabelle 19: Proteinfraktionen bei Sommergerste - Einfluß der Sorte - Versuchsreihe 1970
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Variante	wasserl. lösl.		salzl. lösl.		alkoholl. lösl.		laugel. lösl.		Gesamt- löslich-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	mg
Asse, GIESSEN	26,9	17,9	18,1	12,3	46,8	31,3	57,8	38,6	149,6	186,2
Virga, GIESSEN	27,6	18,4	17,6	11,7	36,1	24,1	68,7	45,8	150,0	181,6
St.1, GIESSEN	30,7	17,3	17,9	10,1	59,5	33,5	69,3	39,1	177,4	217,8
St.2, GIESSEN	55,0	19,5	20,3	11,4	63,5	35,5	60,4	33,7	179,2	209,6
Asse G.-GERAU	22,2 22,5	16,6 15,9	15,3 15,1	11,4 11,0	42,0 46,7	31,4 33,5	54,5 55,6	40,7 39,7	134,0 139,9	166,1 172,8
Virga G.-GERAU	20,2 21,4	13,7 14,1	17,0 17,4	11,5 11,4	39,6 43,4	26,9 28,2	70,7 71,4	47,9 46,2	147,5 153,6	184,6 194,7
Ingrid KROFDORF	28,3 29,2	17,9 16,4	18,6 19,9	12,0 11,2	38,0 34,0	23,6 31,1	73,0 73,2	46,2 41,5	157,9 176,2	200,6 212,2

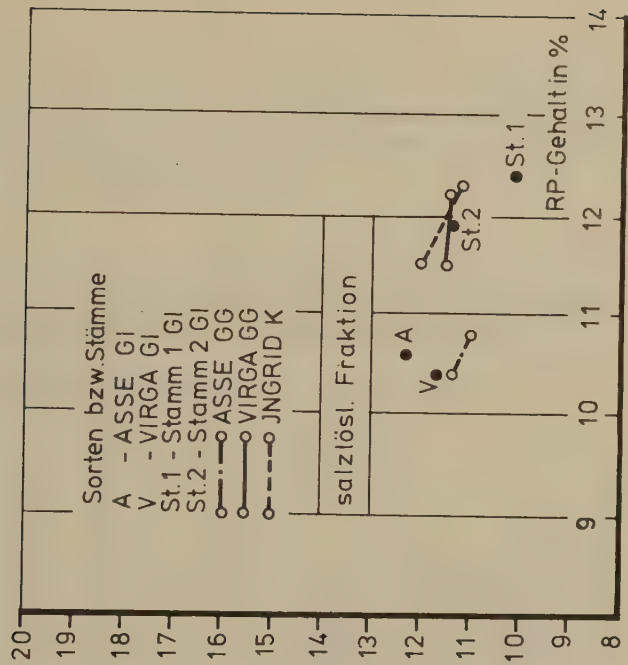
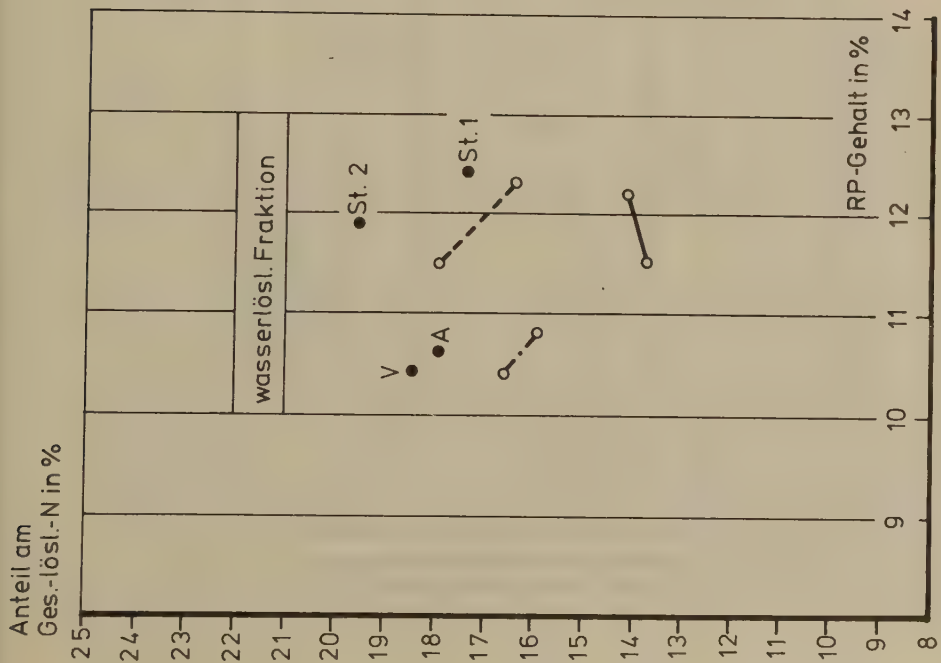


Abbildung 19: Proteinfraktionen bei Sommergerste (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß der Sorte - Versuchsreihe 1970.

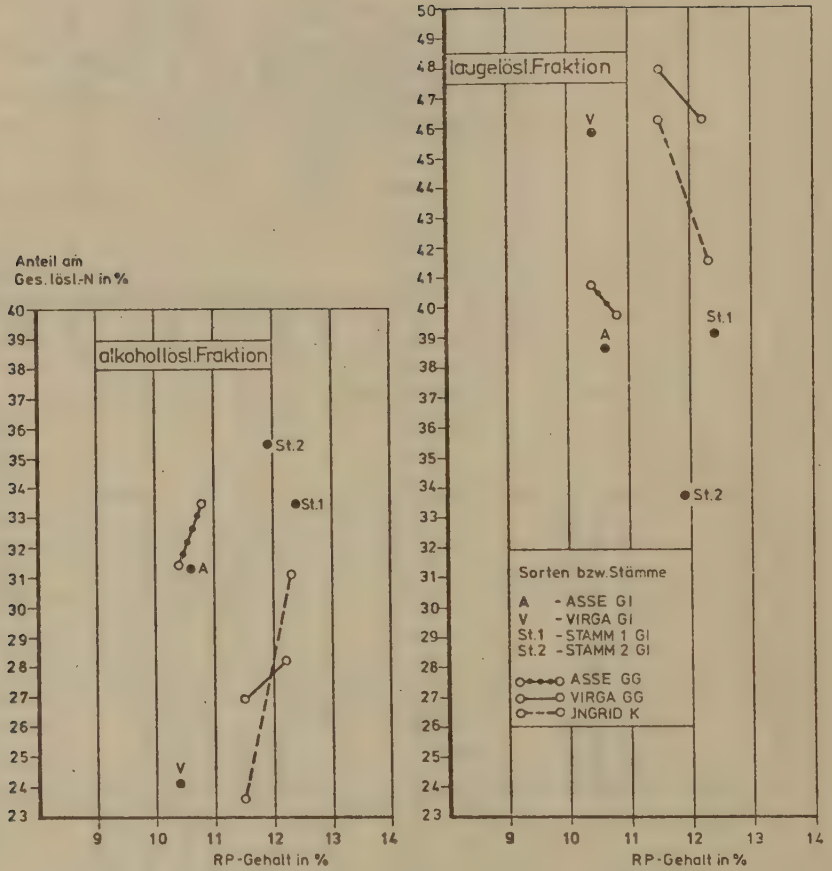


Abbildung 20: Proteinfraktionen bei Sommergerste (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) - Einfluß der Sorte - Versuchsreihe 1970.

Unterschiede in der laugelöslichen Fraktion zeigen auch Stamm 1 und Stamm 2, wobei Stamm 2 durch einen besonders niedrigen Anteil der laugelöslichen Fraktion auffällt und damit weit tiefer als die übrigen hier verglichenen Proben liegt.

Errechnete Lysinwerte

Die für dieses Probenmaterial errechneten Lysinwerte sind in Tabelle 20 zusammengestellt und in Abbildung 21 in Abhängigkeit vom Rohproteingehalt des Ganzkornes graphisch dargestellt.

Tabelle 20: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß der Sorte - Versuchsreihe 1/70

(in mg Lysin- α -amino-N/10g. Forz-N und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-N-fraction)

Variante		Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
		mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Asse, GIESSEN		1,21	0,81	0,52	0,41	0,57	0,25	1,50	1,00	3,70	2,47
Virga, GIESSEN		1,24	0,89	0,50	0,40	0,29	0,19	1,75	1,19	3,92	2,61
St.1, GIESSEN		1,50	0,78	0,61	0,54	0,40	0,27	1,80	1,01	4,27	2,40
St.2, GIESSEN		1,55	0,85	0,59	0,59	0,51	0,28	1,57	0,83	4,52	2,43
Asse G.-GERAU	N1	1,00	0,75	0,52	0,59	0,54	0,25	1,42	1,06	3,28	2,45
	N2	1,01	0,72	0,51	0,50	0,57	0,26	1,45	1,04	3,54	2,38
Virga G.-GERAU	N1	0,91	0,62	0,58	0,59	0,32	0,22	1,04	1,25	3,65	2,48
	N2	0,55	0,55	0,59	0,50	0,55	0,23	1,80	1,21	3,75	2,45
Ingrid KROFDORF	N1	1,27	0,80	0,63	0,40	0,50	0,19	1,50	1,20	4,10	2,59
	N2	1,51	0,74	0,68	0,59	0,45	0,22	1,90	1,05	4,52	2,45

In der Tendenz läßt sich aus Abbildung 21 bei gleichem Rohproteingehalt ein niedrigerer Lysin- α -amino-N-Anteil am Gesamtlöslich-N bei Asse im Vergleich zu Virga und Ingrid ablesen. Diese Differenzen kommen jedoch nicht so klar zum Ausdruck, weil die Anteile vor allem der wasserlöslichen Fraktion der Proben gleicher Sorte von verschiedenen Standorten z.T. nicht gleich sind. Insbesondere für die Probe Virga Düngungsstufe N₁ Groß-Gerau wurde ein wasserlöslicher Anteil ermittelt, der nach allen bisherigen Erfahrungen im Vergleich zum Rohproteingehalt extrem

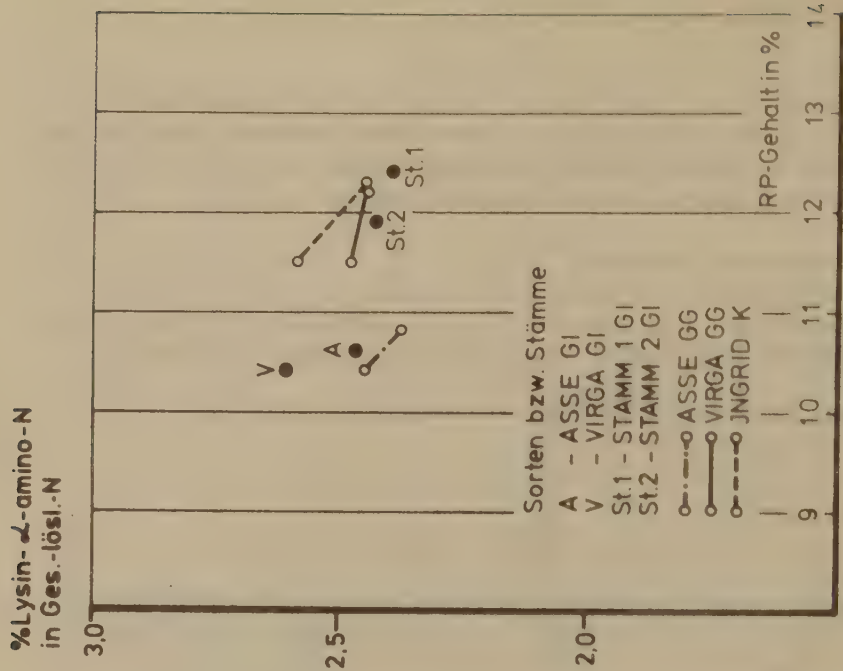
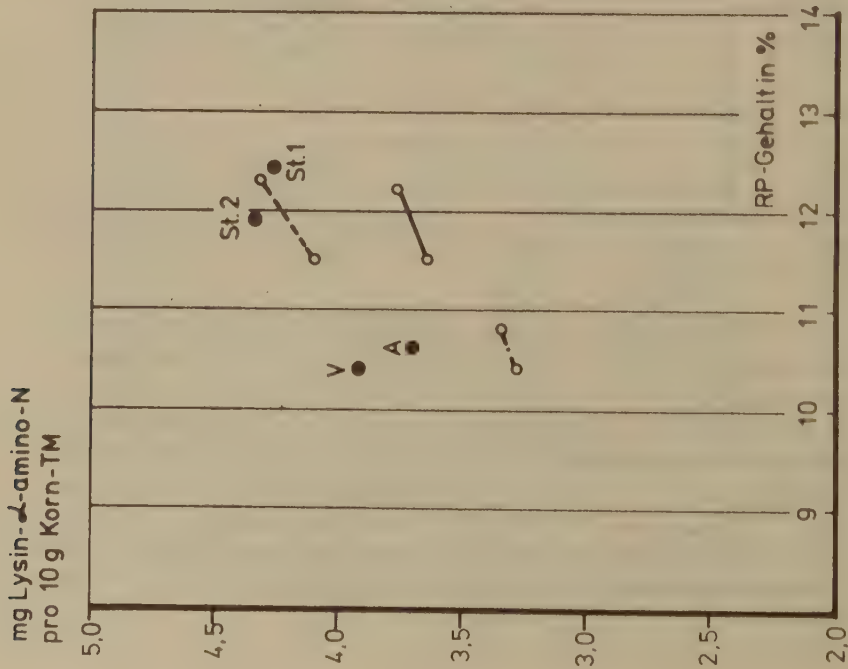


Abbildung 21: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß der Sorte - Versuchsergebnisse 1971.

niedrig liegt. Läßt man diese Variante außer Acht, so ergibt sich in Abbildung 21 eine sehr viel klarere Differenzierung zwischen Virga und Asse und bei gleichem Rohproteingehalt ein deutlich höherer errechneter Lysinwert für Virga.

c) Sommergersten-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V7)

Zur Untersuchung standen Proben von acht Sorten in je drei Düngungsstufen von drei Standorten zur Verfügung.

Rohproteingehalte

Die an diesem Material ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 21 zusammengestellt.

Im Mittel der acht Sorten und der drei Düngungsstufen wurden auf den drei verschiedenen Standorten ähnliche Rohproteingehalte erreicht. Die steigende Stickstoffdüngung führte ebenfalls auf allen drei Standorten zu ähnlichen Erhöhungen im Rohproteingehalt des Gerstenkornes, auf dem trockeneren Standort Bönstadt allerdings in etwas geringerem Maße als auf den feuchteren Standorten Mittelgründau und Sterzhausen.

Im Mittel der drei Standorte und der drei geprüften Düngungsstufen weist die Sorte Nackta mit 11,8% den höchsten Rohproteingehalt auf. Von den bespelzten Sorten liegen Asse, Ecki und Emir mit 11,4% an der Spitze, gefolgt von Felda und Union mit 11,2%. Deutlich niedriger liegt Ortolan, und den bei weitem niedrigsten Rohproteingehalt weist die Sorte Quantum auf. Auf die steigenden N-Gaben reagieren die geprüften Sorten sehr unterschiedlich. Gegenüber Düngungsstufe N_1 ist in Düngungsstufe N_3 der Rohproteingehalt bei Ecki mit absolut 2,2% am stärksten erhöht, es folgen Felda mit einer Erhöhung um 1,9%, Emir mit 1,7% und Quantum mit 1,6%. Am geringsten sind die Erhöhungen bei Nackta mit nur 0,8% und bei Asse mit nur 1,1%.

Proteinfraktionen

Für die Proteinfraktionierungen wurden zunächst Proben der Düngungsstufen N_1 und N_3 der Sorten Ecki, Emir, Felda, Ortolan und Quantum von Standort Mittelgründau herangezogen. Die ermittelten

Tabelle 21: Rohproteingehalte bei Sommergerste

Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971

Sorten	Mittelgründau						Rohprotein-Gehalt (Nx6,25 in % d.ATM)						Ges.-		
	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	11,0	10,8	11,6	11,1	11,0	11,7	13,1	11,9	-	11,2	11,5	(11,0)	11,2	12,1	(11,4)
Ecki	10,2	11,5	12,8	11,5	11,0	11,1	12,5	11,5	9,9	11,4	12,5	10,4	11,3	12,6	11,4
Emir	10,3	10,8	12,9	11,3	10,7	11,5	12,6	11,6	11,1	10,9	11,7	10,7	11,1	12,4	11,4
Felda	10,1	11,5	11,8	11,1	10,5	11,0	13,0	11,5	10,3	10,9	11,7	10,3	11,1	12,2	11,2
Nackta	11,9	11,1	12,3	11,8	11,7	11,9	12,8	12,1	11,1	11,1	12,2	11,6	11,4	12,4	11,8
Ortolan	9,2	10,4	11,4	10,3	11,1	11,5	11,9	11,5	9,9	11,0	11,5	10,1	11,0	11,6	10,9
Quantum	9,1	10,0	11,6	10,2	10,1	11,0	11,0	10,7	9,2	9,8	10,7	9,5	10,3	11,1	10,3
Union	10,2	11,3	11,9	11,1	10,5	11,8	12,2	11,5	10,8	10,6	11,6	10,5	11,2	11,9	11,2
Mittel d. Sorten	10,3	10,9	12,0	11,1	10,8	11,4	12,4	11,5	10,3	10,9	11,7	10,5	11,1	12,0	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N

Tabelle 22: Proteinfraktionen bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuch Mittelgrundau 1971

(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserlösli.		salzlösli.		alkohollösli.		laugelösli.		Gesamt- lösli.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Ecki	N1	27,2	17,8	16,7	55,9	36,7	52,7	34,6	152,5	179,0
	N3	50,9	16,4	19,4	76,7	40,7	61,5	32,8	188,5	224,2
Emir	N1	50,8	20,1	14,1	57,6	37,7	50,4	33,0	152,9	180,7
	N3	52,7	17,4	16,4	75,8	40,2	63,6	33,7	188,5	226,8
Felda	N1	32,7	21,8	16,3	52,3	34,8	49,1	32,6	150,4	177,7
	N3	54,7	19,5	16,2	67,7	38,1	59,1	33,2	177,7	206,8
Ortolan	N1	28,9	21,9	13,4	47,0	35,6	42,7	32,3	132,0	162,1
	N3	33,2	19,6	15,0	62,8	37,1	58,3	34,4	169,3	199,4
Quantum	N1	25,5	19,7	14,1	36,5	28,2	53,5	41,3	129,6	159,4
	N3	28,8	16,8	15,5	55,3	32,2	72,1	42,0	171,7	202,9

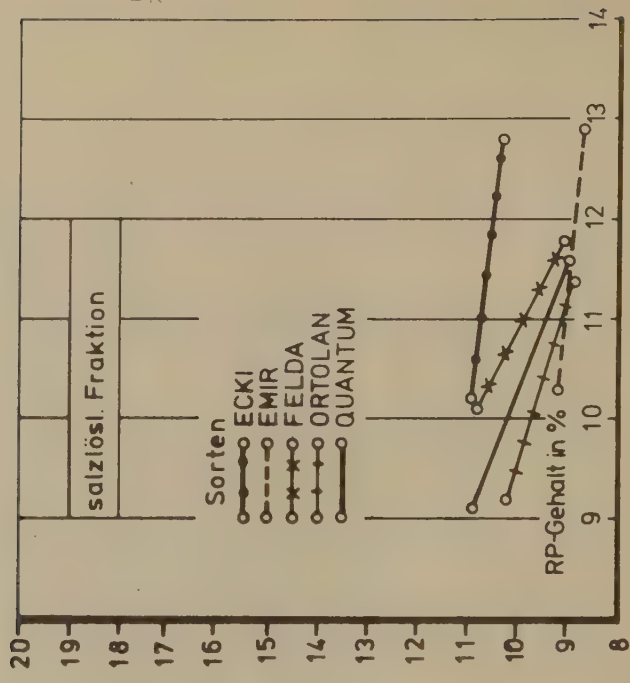
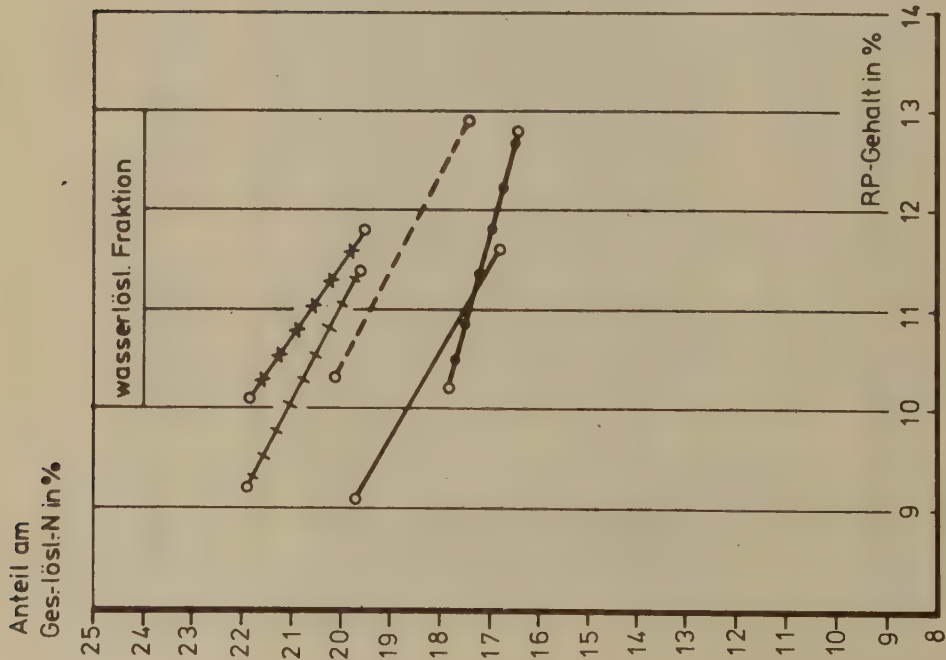


Abbildung 22: Proteinfraktionen bei Sommergerste (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Mittelgundau).

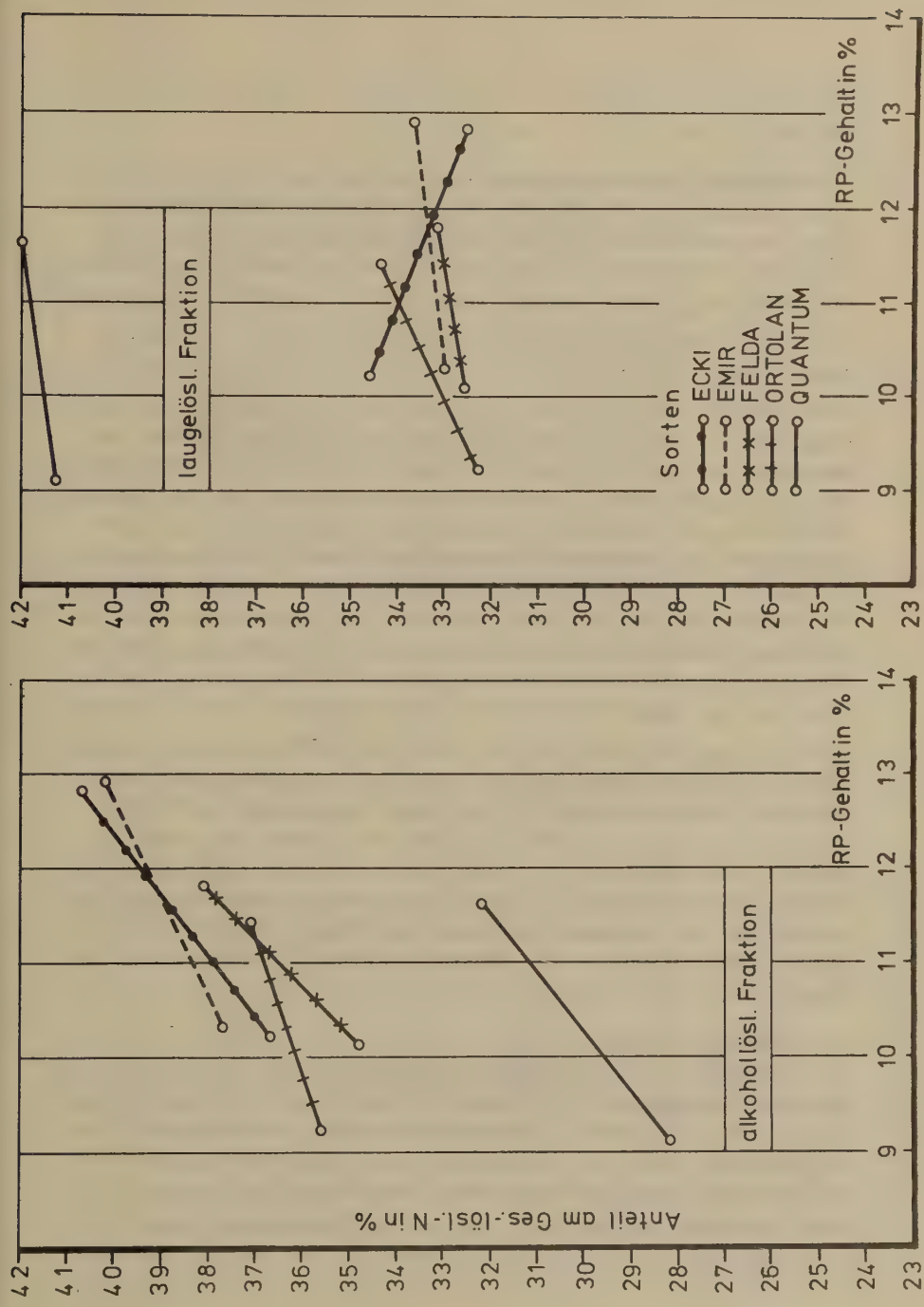


Abbildung 23: Proteinfractionen bei Sommergerste (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Mittelgründau).

Ergebnisse sind in Tabelle 22 zahlenmäßig wiedergegeben und in den Abbildungen 22 und 23 graphisch dargestellt.

In der wasserlöslichen Fraktion zeigen sich wiederum sorten- und düngungsbedingte Unterschiede. Bei gleichem Rohproteingehalt - 11% - weisen die Sorten Ecki und Quantum einen wasserlöslichen Anteil am Gesamt-löslich-N von nur 17,5% auf, während die übrigen drei Sorten einen solchen zwischen 19,5% und 20,5% aufweisen.

Auch in der salzlöslichen Fraktion lassen sich gewisse Sortenunterschiede erkennen.

Sehr deutliche Unterschiede treten wieder in der alkohollöslichen Fraktion auf. Sowohl in den absoluten Gehalten wie auch in den prozentualen Anteilen liegen die Werte für die Sorte Quantum bei weitem am niedrigsten. Bei allen Sorten führt die erhöhte Stickstoffdüngung zu einem mehr oder weniger starken Anstieg sowohl absolut als auch relativ zum Gesamt-löslich-N. Vergleicht man die Anteile dieser Fraktion wiederum bei einem gleichen Rohproteingehalt von 11%, so ergibt sich für die Sorte Quantum ein Anteil der alkohollöslichen Fraktion von 31,2%, während er bei den Sorten Felda und Ortolan bei 36,5 bzw. 36,8% und bei den Sorten Ecki und Emir sogar bei 37,9 bzw. 38,4% liegt.

In der laugelöslichen Fraktion nimmt die absolute Menge mit steigender Stickstoffdüngung wieder stark zu. Der Anteil der laugelöslichen Fraktion zeigt bei Ecki eine Abnahme und bei Ortolan eine leichte Zunahme, während er bei den anderen Sorten gleich bleibt. Vergleicht man die prozentualen Anteile der laugelöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N bei einem gleichen Rohproteingehalt von 11%, so ergibt sich für die Sorte Quantum ein Anteil dieser Fraktion von 41,8%, während die übrigen Sorten einen solchen von nur 33-34% aufweisen.

Um die Frage zu prüfen, inwieweit die am Probenmaterial von Standort Mittelgründau festgestellten sortenbedingten Unterschiede in den Proteinfractionen auch unter anderen Standortbedingungen auftreten oder aber durch Standortfaktoren mehr oder weniger überdeckt werden, sind die Proben der Sorten Ecki und Quantum von den drei Standorten Mittelgründau, Sterzhausen und Bönstadt in einer weiteren Analysenserie vergleichend untersucht worden.

Tabelle 23: Proteinfraktionen bei Sommergerste - Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971

(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte, Düngungsstufe und Standort	wasserlös.		salzlös.		alkohollös.		laugelös.		Gesamt-lösli.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Ecki	N1	24,1	16,4	16,7	11,3	36,4	52,9	35,9	147,3	179,0
	N2	27,1	16,4	17,9	10,8	36,8	59,5	36,0	165,2	201,6
	N3	26,1	14,1	18,6	10,2	40,9	65,3	35,9	184,3	224,2
Quantum	N1	21,2	17,0	13,2	10,5	31,8	59,1	47,1	125,4	159,4
	N3	27,1	16,1	15,3	9,1	30,9	73,7	43,9	168,0	202,9
Ecki	N1	25,0	15,4	17,6	10,8	62,1	58,0	35,7	162,7	193,0
	N3	28,0	15,3	20,3	11,1	77,1	58,0	31,6	183,4	218,6
Quantum	N1	23,3	15,0	13,5	9,6	33,5	70,1	49,6	140,4	176,8
	N3	23,0	14,3	14,3	9,4	44,8	79,0	49,1	161,1	193,8
Ecki	N1	24,5	17,5	15,6	11,2	49,7	49,9	35,7	139,7	173,4
	N3	27,3	15,2	18,5	10,4	70,0	63,4	35,4	179,2	219,4
Quantum	N1	17,6	13,1	13,8	10,3	36,5	66,6	49,5	134,5	161,1
	N3	24,2	15,7	14,4	9,4	42,3	73,0	47,3	154,4	188,2

Anteil am
Ges.-lösl.-N in %

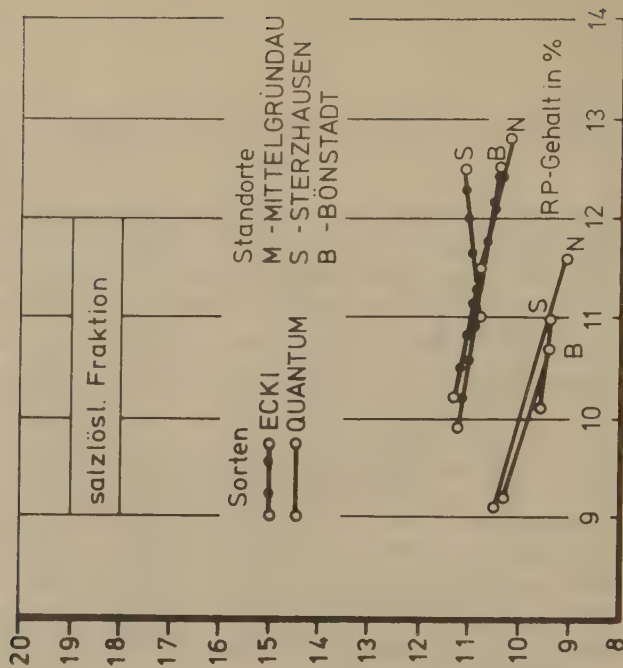
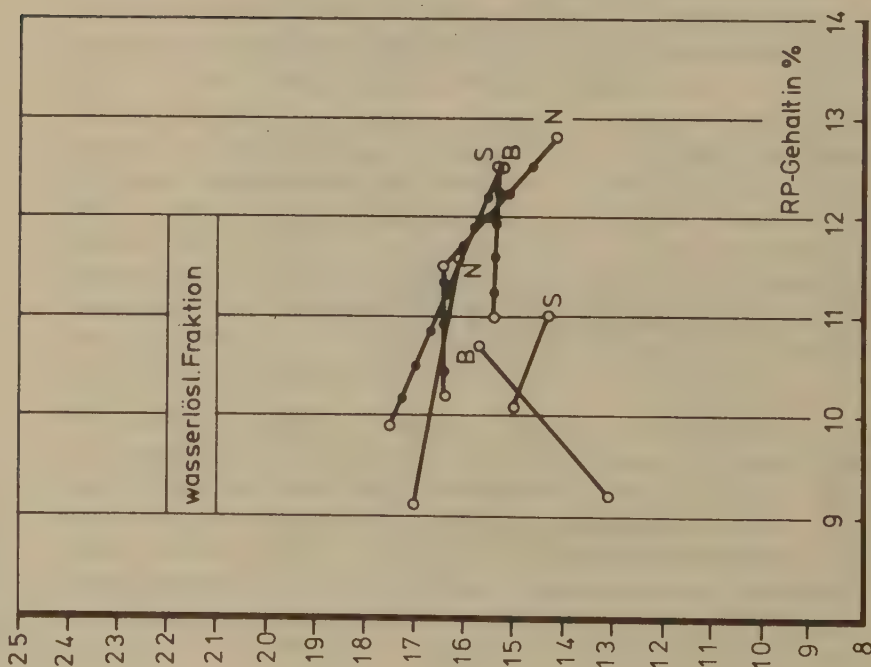


Abbildung 24: Proteinfractionen bei Sommergerste (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Anteil am
Ges.-lösl.-N

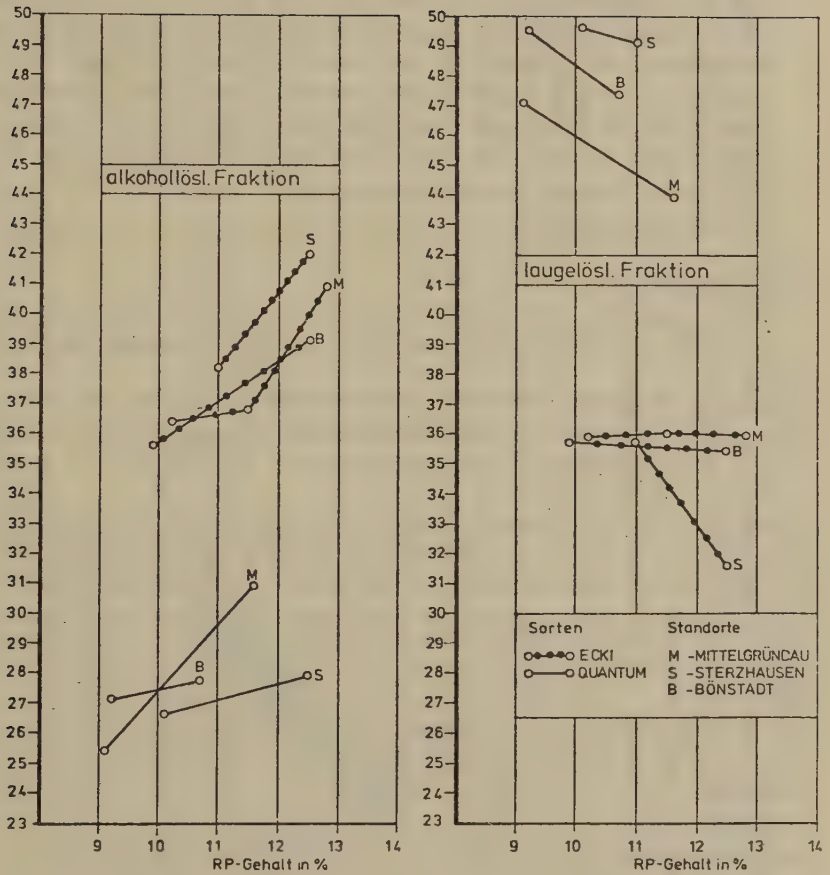


Abbildung 25: Proteinfraktionen bei Sommergerste (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle 23 und in Abbildung 24 und 25 wiedergegeben.

Bevor auf die Ergebnisse der Proteinfractionierung eingegangen wird, muß festgestellt werden, daß diese Analysenserie offenbar mit gewissen Extraktionsfehlern behaftet ist, und zwar insofern, als bei der wasserlöslichen Fraktion eine nicht vollständige Extraktion erfolgt ist und auch der Anteil des Gesamt-löslich-N am Gesamt-N etwas niedriger liegt (größere Rest-N-Menge), als bei der vorhergehenden Analysenserie. Trotz dieser gewissen Mängel in der Analyse sind die festgestellten sortenbedingten Unterschiede auf allen drei Standorten vor allem in der salzlöslichen Fraktion, der alkohollöslichen Fraktion und in der laugelöslichen Fraktion sehr eindeutig. Die genetisch bedingten Unterschiede zeigen sich demnach auf allen drei Standorten und werden von den unterschiedlichen Standortfaktoren nicht überdeckt (siehe Abbildungen 24 und 25).

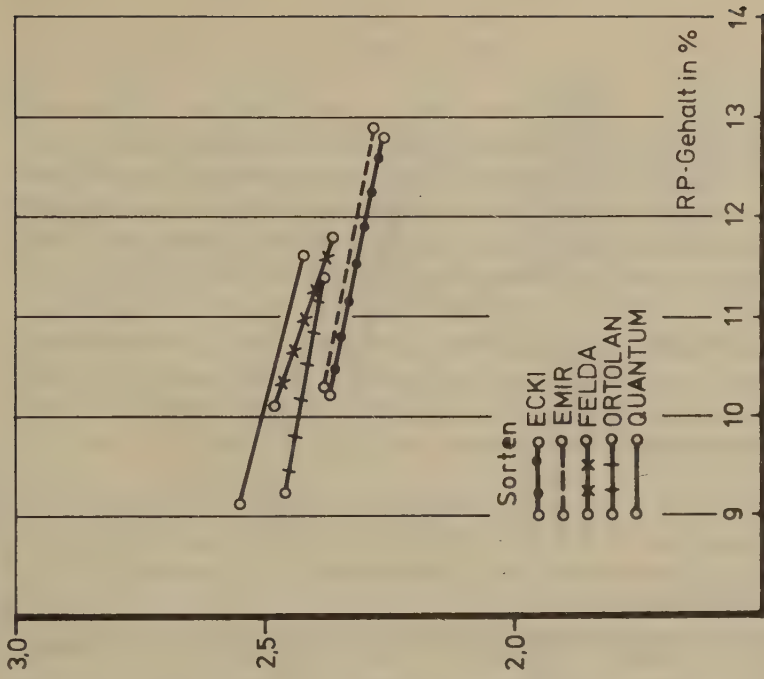
Errechnete Lysinwerte

Die errechneten Lysinwerte sind für die Proben von Standort Mittelgründau in Tabelle 24 und Abbildung 26 wiedergegeben.

Tabelle 24: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Mittelgründau 1971
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte und Düngungsstufe		Albumin mg %		Globulin mg %		Prolamin mg %		Glutenin mg %		Gesamt mg %	
Ecki	N1	1,22	0,80	0,57	0,37	0,45	0,30	1,37	0,90	3,61	2,37
	N3	1,39	0,74	0,66	0,35	0,61	0,32	1,60	0,85	4,26	2,26
Emir	N1	1,39	0,91	0,48	0,31	0,46	0,30	1,31	0,86	3,64	2,38
	N3	1,47	0,78	0,56	0,30	0,61	0,32	1,65	0,88	4,29	2,28
Felda	N1	1,47	0,98	0,55	0,37	0,42	0,28	1,28	0,85	3,72	2,48
	N3	1,56	0,88	0,55	0,31	0,54	0,30	1,54	0,87	4,19	2,36
Ortolan	N1	1,30	0,98	0,46	0,35	0,38	0,29	1,11	0,84	3,25	2,46
	N3	1,49	0,88	0,51	0,30	0,50	0,30	1,52	0,90	4,02	2,36
Quantum	N1	1,15	0,89	0,48	0,37	0,29	0,22	1,39	1,07	3,31	2,55
	N3	1,30	0,76	0,53	0,31	0,44	0,26	1,87	1,09	4,14	2,42

% Lysin- γ -amino-N
in Ges.-lösl.-N



mg Lysin- γ -amino-N
pro 10g Korn-TM

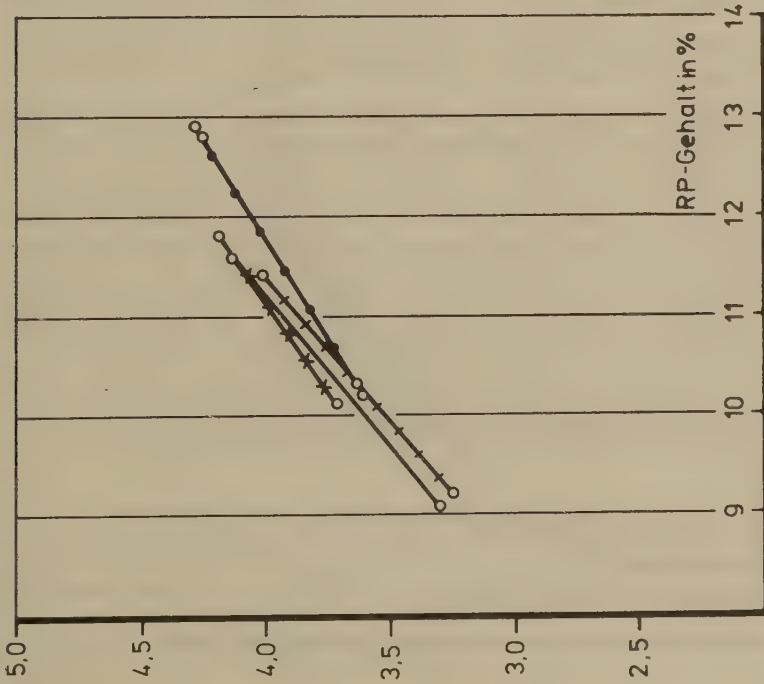


Abbildung 26: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971 (Standort Mittelgründau).

In jedem Falle ist der Wert für mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM mit erhöhter Stickstoffdüngung in der Korn-TM erhöht, der prozentuale Lysin- α -amino-N-Anteil am Gesamt-löslich-N dagegen gesenkt. Vergleicht man die fünf geprüften Sorten bei dem gleichen Rohproteingehalt von 11%, so ergibt sich für Quantum ein Lysin- α -amino-N-Anteil am Gesamt-löslich-N von 2,45%, für Felda und Ortolan von 2,42 bzw. 2,40% und für Emir und Ecki von 2,35%.

Die für die Proben von den drei unterschiedlichen Standorten errechneten Lysinwerte zeigen in gleicher Weise eine klare Differenzierung der beiden Sorten auf jedem der Standorte (siehe Tabelle 25 und Abbildung 27).

Tabelle 25: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslich-N)

Sorte, Düngungsstufe und Standort			Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
			mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Mittelgründau	Ecki	N1	1,08	0,73	0,57	0,39	0,43	0,29	1,38	0,94	3,46	2,35
		N2	1,22	0,74	0,61	0,37	0,49	0,30	1,55	0,94	3,87	2,35
		N3	1,17	0,63	0,63	0,34	0,59	0,32	1,70	0,92	4,09	2,21
	Quantum	N1	0,96	0,77	0,45	0,36	0,25	0,20	1,54	1,23	3,20	2,56
		N3	1,22	0,73	0,52	0,31	0,42	0,25	1,92	1,14	4,06	2,43
Sterzhausen	Ecki	N1	1,13	0,69	0,60	0,37	0,50	0,31	1,51	0,93	3,74	2,30
		N3	1,26	0,69	0,69	0,38	0,62	0,34	1,51	0,62	4,06	2,23
	Quantum	N1	1,05	0,75	0,46	0,33	0,27	0,19	1,82	1,30	3,00	2,57
		N3	1,04	0,65	0,49	0,30	0,36	0,22	2,05	1,27	3,94	2,44
Bönstadt	Ecki	N1	1,10	0,79	0,53	0,38	0,40	0,29	1,30	0,93	3,33	2,39
		N3	1,23	0,69	0,63	0,35	0,56	0,31	1,65	0,92	4,07	2,27
	Quantum	N1	0,79	0,59	0,47	0,35	0,29	0,22	1,73	1,29	3,28	2,45
		N3	1,09	0,71	0,49	0,32	0,34	0,22	1,90	1,23	3,82	2,48

h) Hafer-Sorten-N-Düngungsversuch Gießen 1964-1967 (V8)

Rohproteingehalte

In diesem in den Jahren 1964-1967 auf Standort Gießen durchge-

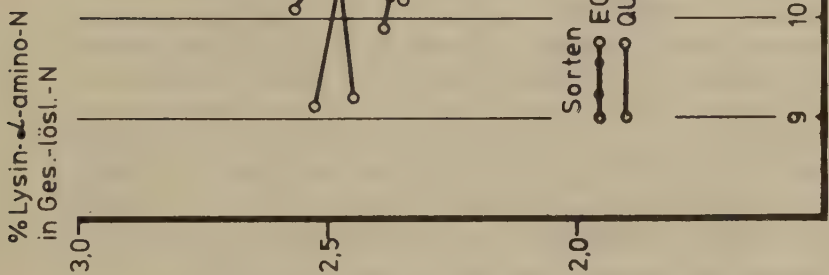
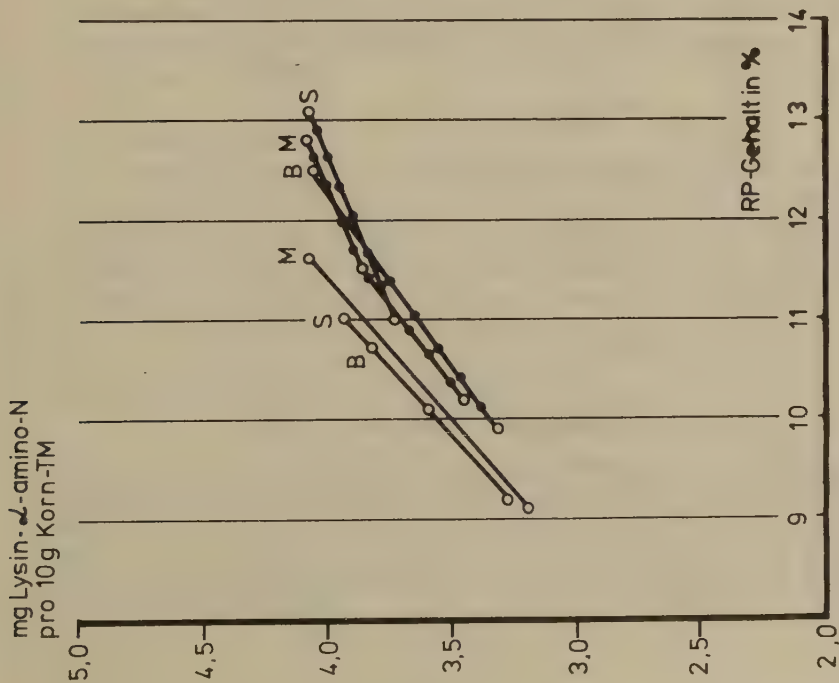


Abbildung 22: Errechnete Lysinwerte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Tabelle 26: Rohproteingehalte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuch Gießen 1964-1967

Düngungs- stufen x)	Rohprotein-Gehalt (Nx6,25 in % d. ATM)														
	1964			1965			1966			1967			1964-1967		
	Plämlings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plämlings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plämlings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plämlings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plämlings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer
N ₁	12,6	11,2	19,0	14,3	10,9	12,4	14,1	12,5	12,4	13,2	18,1	14,6	12,7	11,9	17,6
N ₂	12,8	12,6	17,4	14,3	11,7	12,5	15,6	13,3	12,3	11,9	17,5	13,9	12,7	12,1	16,0
N ₃	14,1	13,5	16,1	14,6	11,6	13,0	15,0	13,2	12,7	10,7	17,0	13,5	11,5	12,9	14,2
N ₄	14,2	13,5	17,8	15,2	12,9	12,6	14,3	13,3	12,1	12,2	17,3	13,9	13,0	12,1	16,4
N ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(13,0X13,8X16,9X14,6)	-	-
Mittel	13,4	12,7	17,6	14,6	11,7	12,6	14,8	13,1	12,4	12,0	17,5	14,0	12,5	12,3	16,1
										(12,6)	(12,5)	(16,2)	(13,8)		

x) N₁ = 0+0+0 kg/ha N; N₂ = 50+0+0 kg/ha N; N₃ = 50+20+0 kg/ha N; N₄ = 50+40+0 kg/ha N; N₅ = 50+20+40 kg/ha N

fürten Versuch wurde leider nur im Jahre 1967 eine zusätzliche späte Stickstoffgabe zum Zeitpunkt des Rispschiebens geprüft. Die an den Proben dieses Versuches ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 26 angegeben.

Die drei geprüften Sorten lassen unterschiedliche Reaktionen auf die zusätzliche späte Stickstoffgabe erkennen. Grundsätzlich zeigt auch der Hafer ähnlich wie Sommerweizen und Sommergerste eine Erhöhung im Rohproteingehalt in Abhängigkeit von steigenden Stickstoffgaben. Teilweise führt bereits die zweite Stickstoffgabe (zu Schoßbeginn) zu einer deutlichen Erhöhung der Rohproteingehalte im Korn. Im Mittel der vier Jahre liegt die Sorte Petkuser Weißhafer - bei gleichzeitig höheren Erträgen - im Rohproteingehalt etwas niedriger als die Sorte Flämingskrone, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, daß sie im Versuchsjahr 1965 etwas höher im Rohproteingehalt und 1967 gleich hoch wie die Sorte Flämingskrone liegt. Die Sorte NOS Nackthafer weist auf Grund ihrer Spelzenlosigkeit und ihres sehr viel niedrigeren Ertragsniveaus wesentlich höhere Rohproteingehalte auf als die beiden Spelzhaferarten.

Auf eine weitere und mehr ins einzelne gehende Besprechung der Ergebnisse soll hier jedoch verzichtet werden, zumal eine zusätzliche späte N-Gabe zum Zeitpunkt des Ährenschiebens nur in einem Jahr geprüft wurde.

Proteinfraktionen

Aus dieser Versuchsserie wurde nur eine Variante, nämlich Flämingskrone Düngungsstufe N₅ (50+20+40 kg/ha N) aus dem Versuchsjahre 1967 auf ihre Proteinfraktionen untersucht, um Vergleichswerte zu Sommerweizen und Sommergerste zu haben. Zur Untersuchung wurde nur die Kornfraktion >2,2 mm verwendet. Die Ergebnisse der Proteinfraktionierung sind in Tabelle 27 wiedergegeben.

Tabelle 27: Proteinfraktionen bei Hafer

(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N)

Sorte u. Düngungs- stufe	wasser- lösl.		salz- lösl.		alkohol- lösl.		lauge- lösl.		Gesamt- lösl.-N mg	Gesamt-N i. Ganzkorn mg
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%		
Flämings- krone (50+20+40)	40,3	24,4	30,7	18,6	35,4	21,4	58,8	35,6	165,2	189,4

Im Vergleich zu Weizen und Gerste liegt vor allem der Anteil der salzlöslichen Fraktion sehr hoch, während die alkohollösliche Fraktion bei dieser Haferprobe wesentlich niedriger liegt als bei allen bisher besprochenen Weizen- und Gerstenproben. Daraus ergibt sich ein sehr günstiges Verhältnis zu Gunsten der lysin-reicheren Proteinfraktionen.

Errechnete Lysinwerte

Der auf Grund der vorstehenden Ergebnisse der Proteinfractionierung errechnete Lysinwert ist aus Tabelle 28 zu ersehen.

Tabelle 28: Errechnete Lysinwerte bei Hafer

(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N in Gesamt-löslichN)

Sorte u. Düngungsstufe	Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Flämingskrone N ₅	2,22	1,34	0,95	0,58	0,25	0,15	1,94	1,17	5,36	3,24

Er liegt für das Gesamt-lösliche N wesentlich höher als bei Sommerweizen und Sommergerste.

i) Hafer-Sorten-Versuch 1970 (V9)

Proteingehalte

Die an den zehn Sorten ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 29 zusammengestellt.

Tabelle 29: Rohproteingehalte bei Hafer

Einfluß der Sorte - Versuch Rauschholzhausen 1970

Sorte	Carsten's Phoenix	Dux	Edelweiß	Flämings- krone	Goswin	Husar	Mostyn	Peragold	Riger	Uni Magnum
RP (Nx6,25) in % d.ATM	12,6	12,6	12,7	12,8	12,0	12,8	11,7	11,1	11,1	11,9

Tabelle 30: Proteinfraktionen bei Hafer - Einfluß der Sorte - Versuch Rautschholzhausen 1970
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N; Rest-N in % des Gesamt-N)

Sorte	wasserlös. mg	salzlös. mg	alkohollös. mg	laugelös. mg	Rest-N mg	Gesamt- lösli.-N mg	Summe d. Fraktionen (einschl. Rest-N) mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
Phönix	41,7	30,8	29,8	75,3	20,8	177,6	198,4	200,2
Dux	40,7	26,4	32,5	77,1	21,6	176,7	198,3	200,7
Edelweiß	45,2	27,9	35,3	68,9	-	177,3	-	202,8
Flämingskrone	37,9	30,5	35,6	76,4	21,0	180,4	201,4	204,9
Goswin	38,1	28,0	36,3	67,2	-	169,6	-	191,7
Husar	39,0	27,2	36,7	78,0	-	180,9	-	204,4
Mostyn	44,2	26,6	35,9	72,8	19,7	179,5	199,2	202,7
Peragold	42,1	27,3	32,7	67,5	20,9	169,6	190,5	196,0
Tiger	44,1	24,5	34,1	71,2	18,1	173,9	192,0	193,0
Uni Magnum	39,0	28,3	32,9	69,0	18,2	169,2	187,4	191,2

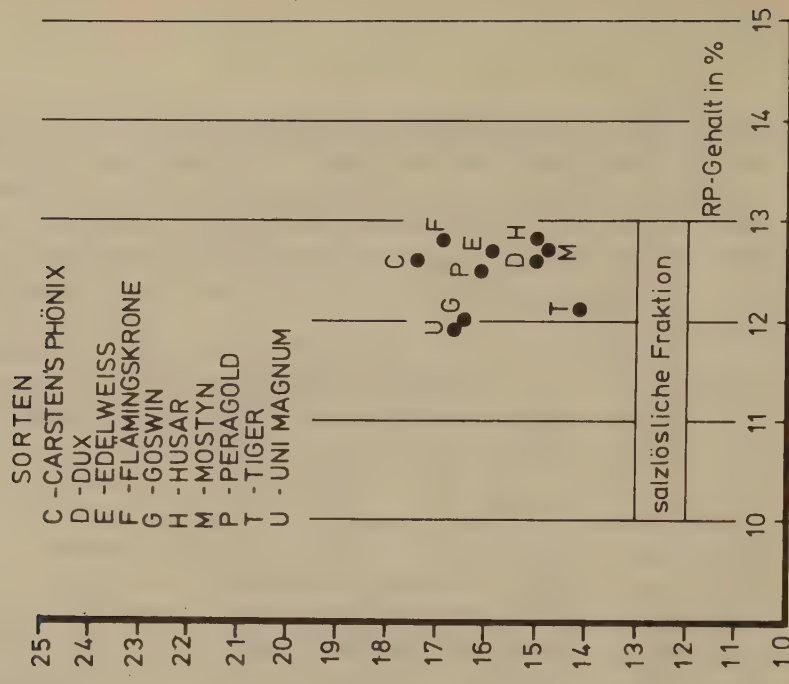
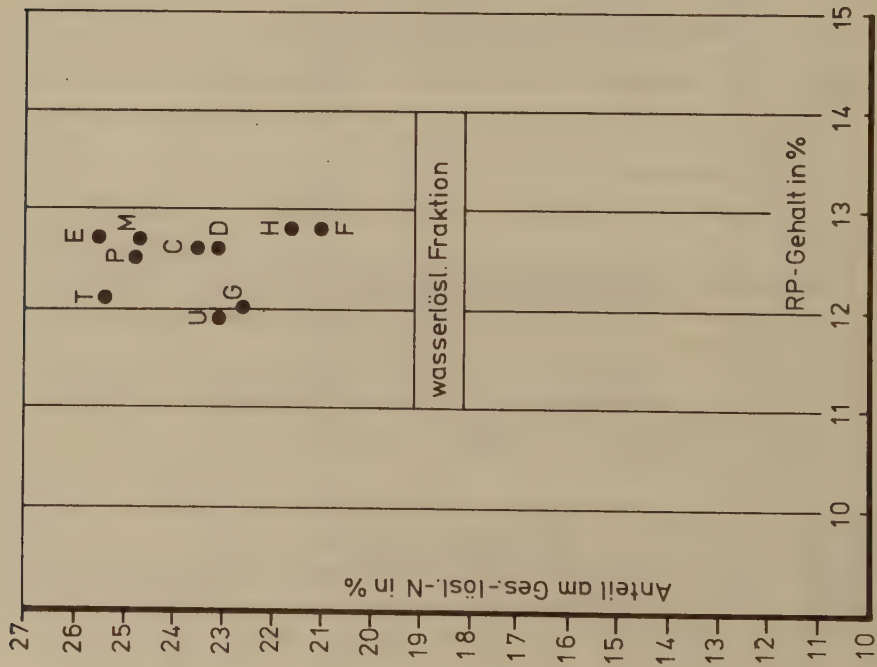


Abbildung 28: Proteinfraktionen bei Hafer (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß der Sorte - Versuch Rauschholzhausen 1970.

Anteil am
Ges.-lösl.-N in %

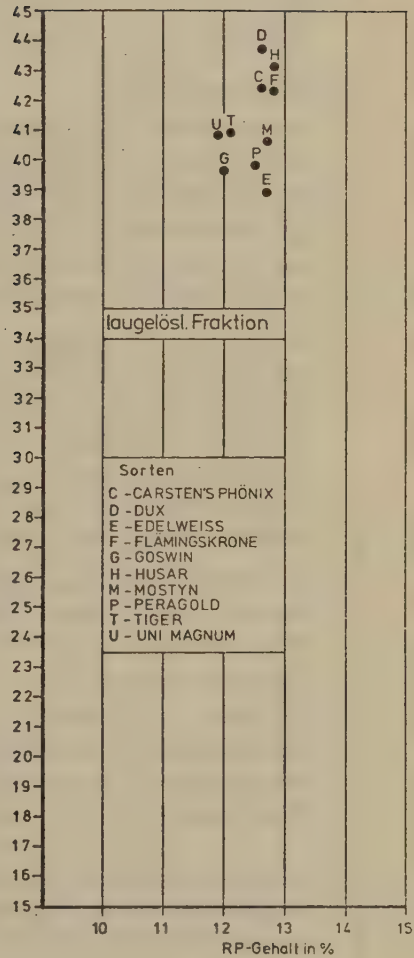
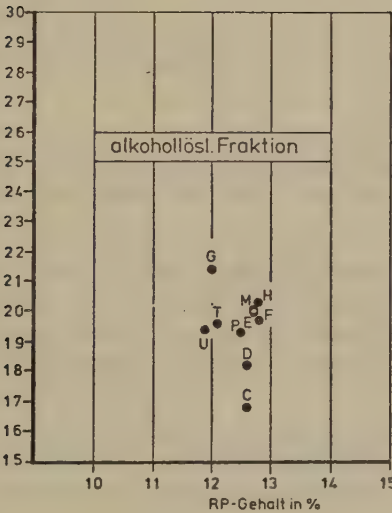


Abbildung 29: Proteinfractionen bei Hafer (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) - Einfluß der Sorte - Versuch Rauschholzhausen 1970.

Es ergeben sich nur relativ geringe Unterschiede. Den niedrigsten Rohproteingehalt weisen in dieser Versuchsreihe die Sorten Uni Magnum mit 11,9%, Goswin mit 12,0% und Tiger mit 12,1% auf. Die höchsten Rohproteingehalte weisen Flämingskrone und Husar mit jeweils 12,8% und Edelweiß und Mostyn mit jeweils 12,7% auf. Es zeigen sich also auf gleichem Standort bei gleicher Düngung deutliche Sortenunterschiede.

Proteinfraktionen

Die Ergebnisse der an diesen Proben durchgeführten Proteinfraktionierung sind in Tabelle 30 wiedergegeben und in Abbildung 28 und 29 graphisch dargestellt.

Die Anteile der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N liegen zwischen 21,0% (Flämingskrone) und 25,5% (Edelweiß). Beides sind Sorten mit hohem Rohproteingehalt (12,8 bzw. 12,7%).

Der Anteil der salzlöslichen Fraktion liegt zwischen 14,1% (Tiger) und 17,4% (Phönix).

Deutliche Sortenunterschiede ergeben sich auch in der alkohol-löslichen Fraktion, die bei der Sorte Phönix mit 16,8% einen extrem niedrigen Anteil einnimmt. Den höchsten Anteil an dieser Fraktion weist die Sorte Goswin mit 21,4% auf - dies trotz sehr niedrigem Rohproteingehalt.

Der Anteil der laugelöslichen Fraktion liegt bei den Sorten Edelweiß mit 38,9%, Goswin mit 39,6% und Heragold mit 39,8% am niedrigsten; bei den Sorten Dux mit 43,7% und Husar mit 43,1% sowie Phönix mit 42,4% und Flämingskrone mit 42,3% am höchsten.

In allen Fraktionen sind also mehr oder weniger deutliche Sortenunterschiede festzustellen. Eine Abhängigkeit der Anteile der Fraktionen vom Rohproteingehalt ist bei der alkohollöslichen Fraktion angedeutet, bei den übrigen Fraktionen jedoch nicht gegeben.

Errechnete Lysinwerte

Die auf Grund der Fraktionierungsergebnisse errechneten Lysinwerte sind in Tabelle 31 zusammengefaßt und in Abbildung 30 graphisch dargestellt.

Dabei ergeben sich für die Sorten Phönix, Tiger und Heragold mit

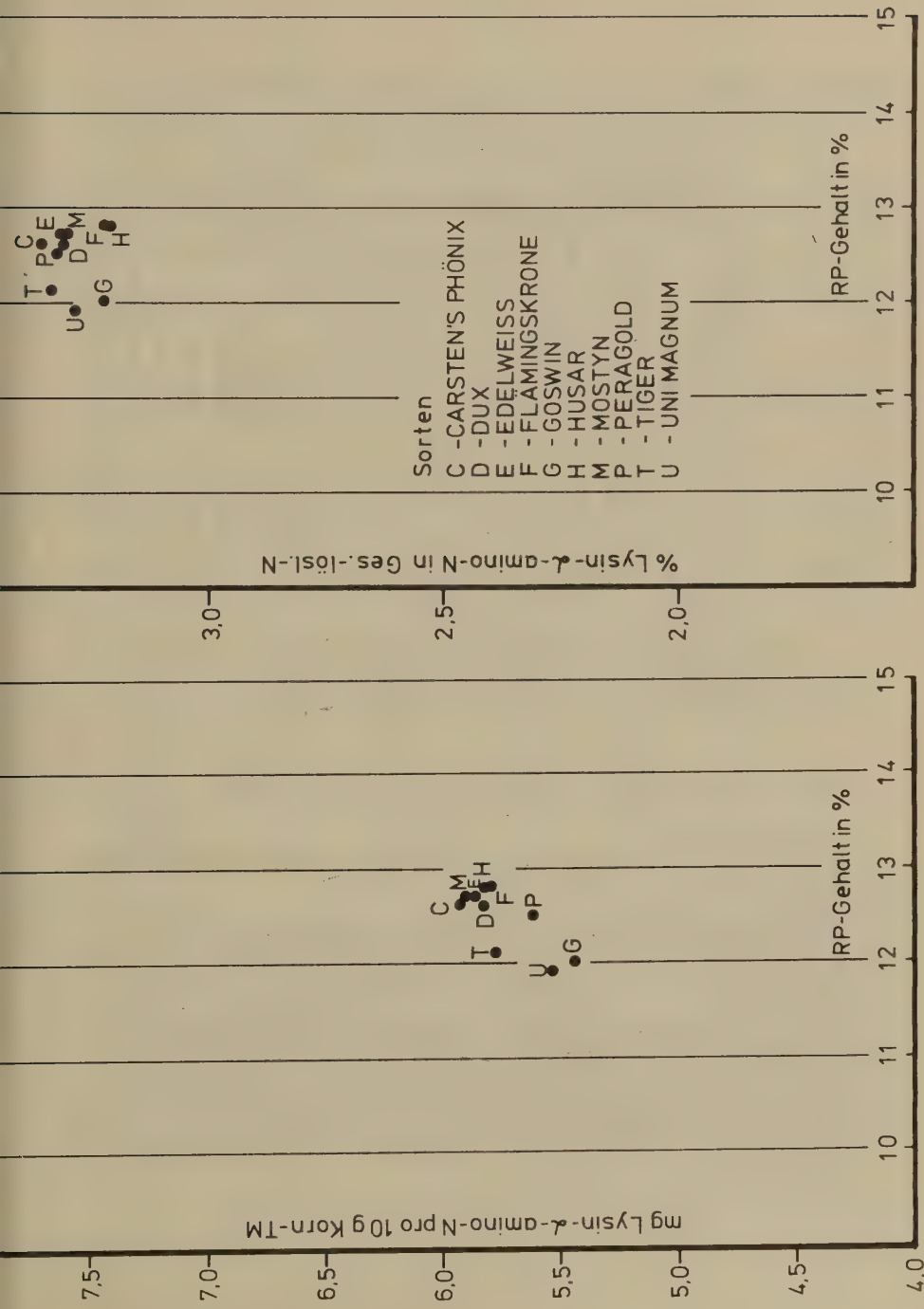


Abbildung 30: Errechnete Lysinwerte bei Hafer - Einfluß der Sorte - Versuch Rauschholzhausen 1970.

Tabelle 31: Errechnete Lysinwerte bei Hafer - Einfluß der Sorte -
Versuch Rauischholzhausen 1970
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-Tm und in % Lysin- α -amino-N
in Gesamt-löslich-N)

Sorte	Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
Phönix	2,29	1,29	0,95	0,54	0,21	0,12	2,46	1,40	5,91	3,35
Dux	2,24	1,27	0,62	0,47	0,23	0,13	2,54	1,44	5,63	3,21
Edelweiß	2,49	1,40	0,86	0,49	0,25	0,14	2,27	1,28	5,37	3,21
Flämingskrone	2,00	1,15	0,95	0,53	0,25	0,14	2,52	1,40	5,80	3,22
Goswin	2,10	1,25	0,67	0,51	0,25	0,15	2,22	1,31	5,44	3,22
Husar	2,15	1,19	0,34	0,46	0,26	0,14	2,37	1,42	5,32	3,21
Mostyn	2,43	1,36	0,82	0,46	0,25	0,14	2,40	1,37	5,90	3,30
Peragold	2,32	1,37	0,85	0,50	0,23	0,14	2,23	1,31	5,63	3,32
Tiger	2,43	1,40	0,76	0,44	0,24	0,14	2,35	1,35	5,70	3,33
Uni Magnum	2,15	1,27	0,88	0,52	0,23	0,14	2,28	1,35	5,34	3,23

3,35 bzw. 3,33 bzw. 3,32% etwas höhere Werte als für die Sorten Flämingskrone, Goswin und Husar mit 3,22 bzw. 3,21% Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N.

j) Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1970 (V10)

Rohproteingehalte

Die an diesem Versuchsmaterial ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 32 zusammengefaßt.

In Abhängigkeit von Standort, Sorte und N-Düngung zeigen sich teils deutliche, teils weniger deutliche Unterschiede im Rohproteingehalt.

Auf Standort Uttenreuth weisen die beiden geprüften Sorten Rollux und Flämingskrone eine sehr deutliche Steigerung im Rohproteingehalt bei erhöhter N-Düngung auf. Bei Sorte Rollux erhöht sich der Rohproteingehalt von 12,3% in Düngungsstufe N₂ (60 kg/ha N) auf 14,6% bei Düngungsstufe N₄ (60+80 kg/ha N). Das sind relativ 19%.

Tabelle 24: Rohproteingehalte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970

Standort	Sorte	N-Düngung kg/ha N u. Form		RP (Nx5,25) in % d. TM
Uttenreuth NB	Pollux	NO		11,4
		N60	ASS	12,3
		N140	ASS	13,7
		N60+80	ASS	14,6
	Flämings- krone	NO		11,2
		N60	ASS	11,3
		N140	ASS	12,6
		N60+80	ASS	12,8
Hil- gert RPS	Flämings- krone	NO		12,4
		N60	NMgCu	12,9
Eichen- Echterdingen BW	Tiger	N70	KAS	13,3
		N30+40+30	KAS	12,4
	Flämings- krone	N70	KAS	13,3
		N30+40+30	KAS	13,1
Eichen- thal SH	Marino	N60	NMg	13,2
		N90	NMg	13,9
Kling- stein SH	Phönix	N60	KAS	12,7
		N90	KAS	12,9
		N60+30	KAS	13,4

Bei Sorte Flämingskrone erhöht sich der Rohproteingehalt bei der entsprechenden Düngungsstufe von 11,3% auf 12,8%. Das sind relativ 13%. Auf den Standorten Hilgert und Echterdingen ergeben sich nur geringe Erhöhungen oder sogar Senkungen im Rohproteingehalt bei erhöhter Stickstoffdüngung. Auf dem Standort Eichenthal weist die Sorte Marino und auf dem Standort Klingstein die Sorte Phönix eine wenn auch nur mäßige, so doch aber deutliche Erhöhung im Rohproteingehalt mit steigender Stickstoffdüngung auf.

Proteinfraktionen

Um den Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung auf die Proteinfraktionen zu untersuchen, wurden die Proben der beiden Standorte Uttenreuth und Echterdingen analysiert. Dabei ist ein Vergleich zwischen den beiden Sorten Pollux und Flämingskrone auf Standort Uttenreuth und zwischen den Sorten Tiger und Flämingskrone auf dem Standort Echterdingen sowie ein Standortvergleich an Hand der Sorte Flämingskrone auf den Standorten Uttenreuth und Echterdingen möglich. Die Ergebnisse sind in Tabelle 33 wiedergegeben und in den Abbildungen 31 und 32 graphisch dargestellt.

In der wasserlöslichen Fraktion liegen die Anteile am Gesamt-löslich-N beim gesamten hier untersuchten Material trotz recht deutlicher Unterschiede im Rohproteingehalt ziemlich eng zusammen. Die niedrigsten Werte ergeben sich für die Proben der Sorte Flämingskrone von Standort Uttenreuth in den Düngungsstufen N_3 und N_4 mit 19,3 bzw. 19,1% von Gesamt-löslich-N. Alle anderen Werte liegen dazwischen. Mit steigendem Rohproteingehalt ist eine Tendenz zur Abnahme der wasserlöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N angedeutet.

In der salzlöslichen Fraktion liegt die Spanne zwischen 20,2 und 23,2%; damit liegen die Anteile auf gleicher Höhe wie die Anteile der wasserlöslichen Fraktion, und die Differenzen in Abhängigkeit von Sorte, Standort und Düngung sind ebenfalls sehr gering.

Noch geringer sind die Differenzen in der alkohollöslichen Fraktion. Auch hier liegen die Anteile mit 18,9 bis 21,9% sehr eng beieinander, und der Anteil dieser Fraktion liegt wiederum auf gleicher Höhe wie die Anteile der wasserlöslichen und salzlöslichen Fraktion.

Die laugelösliche Fraktion nimmt mit Anteilen zwischen 35,5 und 39,7% einen sehr viel höheren Anteil als jede der vorhergehenden Fraktionen ein. Die Differenzen zwischen den einzelnen Varianten sind aber wiederum relativ gering. Wichtig ist jedoch die Tatsache, daß der Anteil der laugelöslichen Fraktion bei deutlich erhöhten Rohproteingehalten eindeutig zunimmt - im Gegensatz zu den Befunden bei Weizen und Gerste.

Vergleicht man die Anteile der einzelnen Fraktionen am Gesamt-lös-

Tabelle 33: Proteinfraktionen bei Hafer - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -

Versuchsreihe 1970

(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich-N; Rest-N in % des Gesamt-N)

Standort	Sorte	N-Düngung kg/ha u. Form	wasser- löslich mg %	salz- löslich mg %	alkohol- löslich mg %	lauge- löslich mg %	Rest-N mg %	Gesamt- löslich-N mg	Summe der Fraktionen (einschl. Rest-N)	Gesamt-N im Ganzkorn mg
Utteneuren	Pollux	N0	33,0 22,2	31,8 20,8	32,5 21,3	54,0 35,7	27,9 15,3	151,3	179,2	101,9
		N60 ASS	38,6 22,7	38,1 22,5	32,1 18,9	61,0 35,9	25,0 12,8	169,6	194,8	195,9
		N140 ASS	39,1 20,2	40,3 20,8	37,5 19,4	76,8 39,7	29,5 13,5	193,7	223,2	218,6
		N60+80 ASS	40,9 20,3	40,9 20,2	40,5 20,0	79,8 39,5	30,7 13,2	202,1	252,8	232,6
Echternähen	Flä- mings- krone	N0	32,8 20,7	33,9 21,4	34,6 21,8	57,3 36,2	20,3 11,3	158,6	178,9	179,2
		N60 ASS	32,5 20,4	33,7 21,1	34,9 21,9	58,2 36,6	19,7 10,9	159,3	179,0	181,0
		N140 ASS	34,7 19,3	37,7 21,0	39,2 21,8	68,0 37,9	22,2 11,0	179,6	201,8	202,0
		N60+80 ASS	34,4 19,1	37,5 20,8	39,5 21,9	68,9 38,2	23,7 11,6	180,3	204,0	204,2
Echternähen	Tiger	N70 KAS N30+40+30KAS	38,6 20,3 39,0 21,5	39,9 21,0 37,7 20,9	41,3 21,7 39,4 21,8	70,1 36,9 64,6 35,8	22,4 10,6 20,2 10,2	189,9 180,7	212,3 200,9	211,6 197,6
	Flä- mings- krone	N70 KAS N30+40+30KAS	39,9 20,1 39,7 20,7	46,0 23,2 42,3 22,1	42,0 21,2 40,8 21,3	70,5 35,5 69,0 36,0	21,3 10,1 19,5 9,3	198,4 191,8	219,7 211,3	211,6 209,9

Anteil am
Ges.-lösl.-N

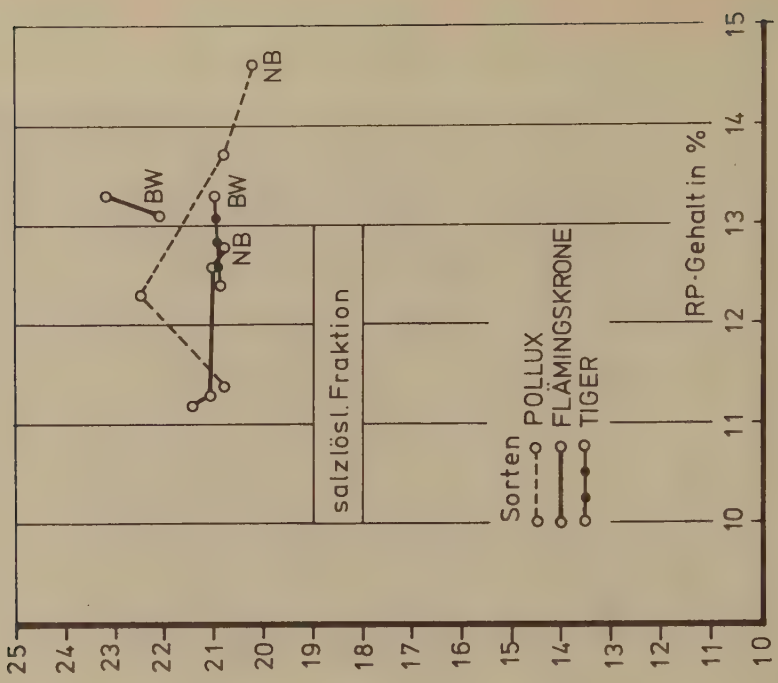
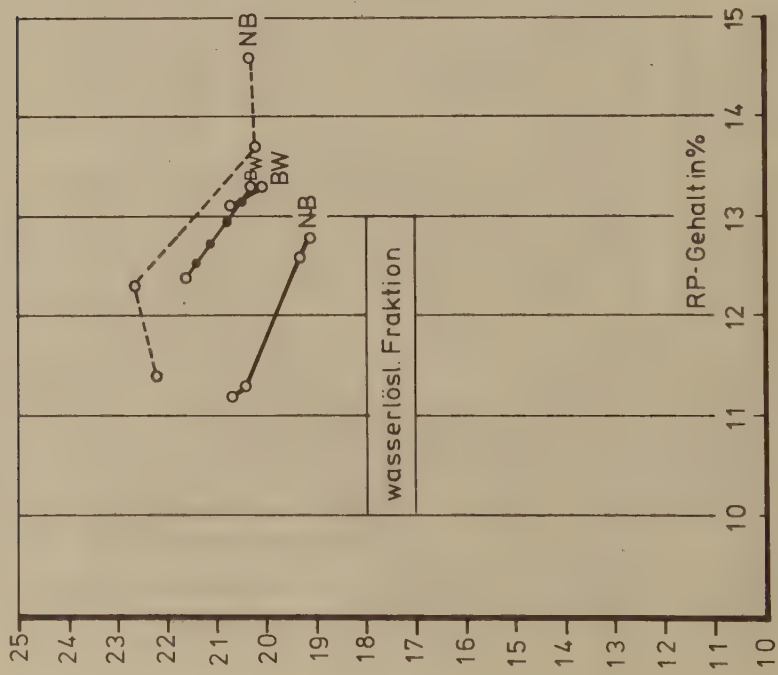


Abbildung 31: Proteinfraktionen bei Hafer (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970.

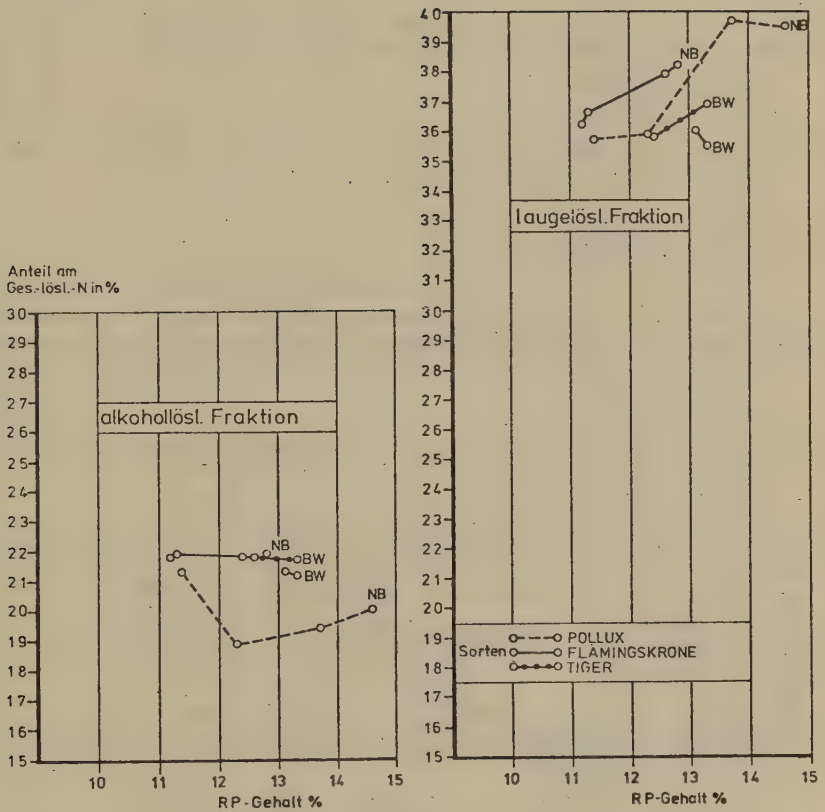


Abbildung 32: Proteinfractionen bei Hafer (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970.

Tabelle 54: Errechnete Lysinwerte bei Mafer - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970
(in mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM und in % Lysin- α -amino-N des Gesamt-löslich-N)

Standort	Sorte	N-Düngung kg/ha u. Form	Albumin mg %	Globulin mg %	Prolamin mg %	Glutenin mg %	Gesamt mg %
Uttenreuth NB	Pollux	NO	1,82	1,22	0,99	0,65	1,76 1,18
		N60 ASS	2,12	1,24	1,18	0,70	2,01 1,18
		N140 ASS	2,15	1,11	1,25	0,65	2,53 1,31
		N60+80 ASS	2,25	1,12	1,27	0,63	2,63 1,30
	Flä- mings- krone	NO	1,80	1,14	1,05	0,66	1,89 1,19
		N60 ASS	1,79	1,12	1,04	0,65	1,92 1,21
Echterdingen BW	Tiger	N 140 ASS	1,91	1,06	1,17	0,65	2,24 1,25
		N60+80 ASS	1,89	1,05	1,16	0,64	2,27 1,26
	Flä- mings- krone	N70 KAS	2,12	1,11	1,24	0,65	2,31 1,22
		N30+40+30 KAS	2,15	1,19	1,17	0,65	2,13 1,18
	Flä- mings- krone	N70 KAS	2,19	1,10	1,43	0,72	2,33 1,17
		N30+40+30 KAS	2,18	1,14	1,31	0,68	2,28 1,19

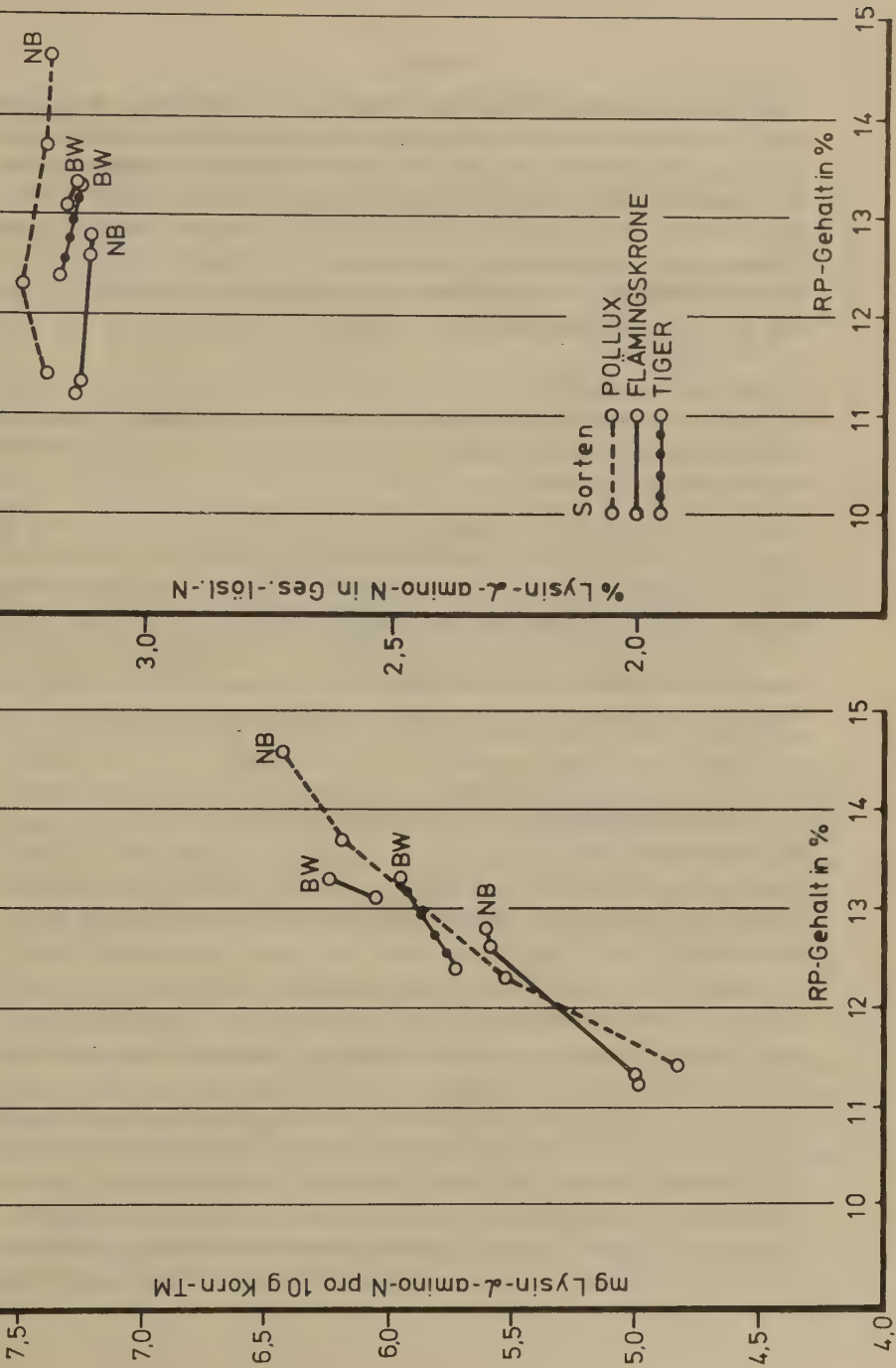


Abbildung 33: Errechnete Lysinwerte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970.

lich-N bei gleichem Rohproteingehalt - z.B. bei 13% - so ergeben sich in den einzelnen Fraktionen keine klaren Differenzierungen zwischen den Sorten. Für die auf beiden Standorten geprüfte Sorte Flämingskrone liegen die Anteile der wasserlöslichen Fraktion auf Standort Uttenreuth niedriger als auf Standort Echterdingen. Demgegenüber ergibt sich in der laugelöslichen Fraktion eine umgekehrte Tendenz. Es erscheint jedoch nicht gerechtfertigt, daraus klare Standortunterschiede ablesen zu wollen.

Errechnete Lysinwerte

Die auf Grund der Proteinfractionierungen errechneten Lysin- α -amino-N-Werte sind in Tabelle 34 zusammengefaßt und in Abbildung 33 graphisch dargestellt.

Deutliche Sorten- und Standortunterschiede lassen sich nicht ablesen. Aus Abbildung 33 geht jedoch klar hervor, daß die errechneten mg Lysin- α -amino-N/10g Korn-TM mit steigendem Rohproteingehalt stark ansteigen und daß der prozentuale Anteil des Lysin- α -amino-N am Gesamt-löslich-N beim hier vorliegenden Probenmaterial bei zunehmendem Rohproteingehalt in etwa gleich bleibt, zumindest aber keine klare Tendenz zu einem Abfall aufweist.

k. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V11)

Rohproteingehalte

Die an den Proben der neun Sorten in drei Düngungsstufen auf zwei Standorten ermittelten Rohproteingehalte sind in Tabelle 35 zusammengefaßt.

Im Mittel aller Sorten und Düngungsstufen liegt der Rohproteingehalt auf Standort Dorfborn mit 12,8% deutlich niedriger als auf Standort Hungen mit 13,7%. Dieselbe Tendenz zeigt sich auch für jede der geprüften Sorten im Mittel der drei Düngungsstufen. Vor allem in der Düngungsstufe N_1 (60+0+0 kg/ha N) liegt das Rohproteinniveau auf Standort Dorfborn mit 11,7% weit niedriger als auf Standort Hungen mit 13,6%. Auch in Düngungsstufe N_2 ist die Differenz noch beträchtlich (12,9 bzw. 13,9%). In der Düngungsstufe N_3 (60+40+60 kg/ha N) kehren sich dagegen die Verhältnisse um. Hier ergibt sich auf Standort Dorfborn im Mittel aller neun

Tabelle 55: Rohproteingehalte bei Hafer - Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971

Sorten	Rohproteingehalt (Nx6,25 in % d.ATM)												Gesamt- mittel
	Dorfboorn				Hungen				Mittel				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃		
Agrippa	11,5	13,5	13,4	12,8	13,5	13,3	13,5	13,4	12,6	13,2	13,5	13,1	
Arnold	11,5	13,8	15,2	13,6	14,5	14,0	14,5	14,5	12,7	14,2	14,9	14,2	
Delphin	12,2	14,3	14,5	13,7	14,2	14,7	14,5	14,5	13,2	14,5	14,6	14,1	
Enweiß	11,5	12,1	13,5	12,4	12,5	13,1	13,5	13,0	12,0	12,5	13,6	12,7	
Flämingskrone	12,1	13,4	13,6	13,0	13,9	13,7	13,0	13,5	13,0	13,5	13,3	13,3	
Flämingsperle	11,1	12,2	14,2	12,5	14,0	14,2	13,4	13,9	12,6	13,2	13,8	13,2	
Julius	12,1	12,6	14,1	12,9	13,3	13,9	13,1	13,6	13,0	13,3	13,6	13,3	
Tiger	11,2	11,9	12,8	12,0	12,7	12,9	12,9	12,8	12,0	12,4	12,9	12,4	
Thor	11,2	12,5	14,3	12,7	13,7	14,5	14,0	14,2	12,5	13,7	14,2	13,5	
Mittel	11,7	12,9	14,0	12,8	13,6	13,9	13,6	13,7	12,7	13,4	13,8		

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

Sorten ein Rohproteingehalt von 14,0%, auf Standort Hungen dagegen nur ein solcher von 13,6%. Zwischen den Sorten zeigen sich im Mittel der beiden Standorte und der drei Düngungsstufen sehr deutliche Unterschiede. Die höchsten Rohproteingehalte weisen in dieser Versuchsserie die Sorten Arnold mit 14,2% und Delphin mit 14,1% auf. Beide Sorten liegen auch auf jedem der beiden Standorte an der Spitze. Die deutlich niedrigsten Rohproteingehalte weisen die Sorten Tiger mit 12,4% und Enweiß mit 12,7% auf. Auch auf den beiden Einzelstandorten stehen sie jeweils an letzter Stelle.

Die Wirkung einer steigenden Stickstoffgabe ist auf beiden Standorten sehr unterschiedlich. Auf Standort Dorfboorn führt die steigende Stickstoffdüngung zu sehr stark erhöhten Rohproteingehalten, und zwar im Mittel aller neun geprüften Sorten wie auch bei jeder einzelnen Sorte. Mit einer Steigerung von 11,7 auf 14,0% beträgt die relative Zunahme von Düngungsstufe N₁ auf Düngungsstufe N₃ ca. 20% im Mittel aller neun Sorten. Sehr stark sind die Erhöhungen vor allem bei den Sorten Arnold (von 11,8 auf 15,2%),

Flämingssperle von 11,1 auf 14,2%), Thor (von 11,2 auf 14,3%). Auf Standort Hungen dagegen, wo die Rohproteingehalte schon in der Düngungsstufe N_1 sehr viel höher liegen als auf Standort Dorfborn ergeben sich im Mittel der neun Sorten keine wesentlichen Erhöhungen im Rohproteingehalt (mit Ausnahme bei Enweiß und Thor). Dies hat seine Ursachen in einer in diesem Versuchsjahr wesentlich ungünstigeren Wasserversorgung der Pflanzen auf Standort Hungen gegenüber auf Standort Dorfborn.

Die Ergebnisse dieses Versuches zeigen sehr eindeutig, daß alle hier geprüften Hafersorten bei hohem Ertragsniveau auf eine erhöhte Stickstoffdüngung mit einer starken Steigerung im Rohproteingehalt reagieren können, unter ungünstigen Bedingungen sich aber praktisch keine positiven Ergebnisse erzielen lassen.

Proteinfraktionen

Die Proteinfraktionierung wurde an den Proben des Standortes Dorfborn vorgenommen, und zwar an allen neun Sorten in den Düngungsstufen N_1 und N_3 . Die dabei ermittelten Ergebnisse sind in Tabelle 36 zahlenmäßig wiedergegeben und in den Abbildungen 34 und 35 graphisch dargestellt.

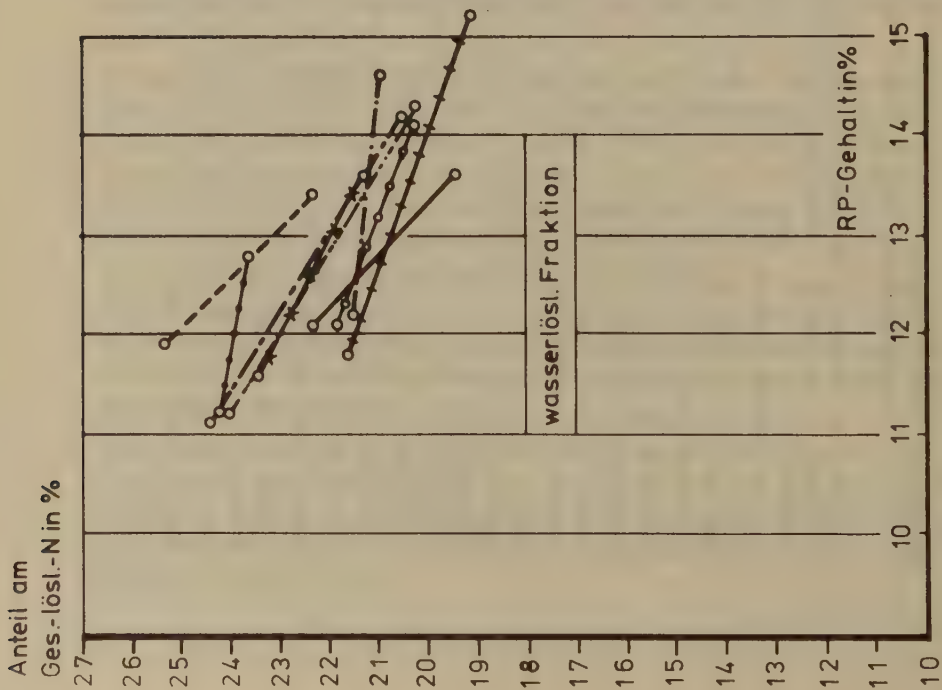
In der wasserlöslichen Fraktion ergeben sich Anteile am Gesamt-löslich-N zwischen 19,1% (Arnold N_3) und 25,3% (Agrippa N_1). Die beiden Sorten Agrippa und Tiger weisen in der Tendenz die höchsten Anteile dieser Fraktion auf. Bei allen neun Sorten ergibt sich zwar eine Erhöhung im absoluten Gehalt an dieser Fraktion, jedoch in jedem Fall eine relative Abnahme zum Gesamt-löslich-N.

In der salzlöslichen Fraktion liegen die Anteile am Gesamt-löslich-N zwischen 15,1% (Tiger N_1) und 18,5% (Flämingssperle N_1). In fast allen Fällen bleibt der Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N mit erhöhter N-Düngung gleich hoch oder nimmt sogar in der Tendenz leicht zu.

Die alkohollösliche Fraktion nimmt einen Anteil zwischen 20,6% (Agrippa N_3 und Flämingssperle N_3) und 24,1% (Julius N_1) ein. Sie nimmt bei jeder der geprüften Sorten mit steigender Stickstoffgabe absolut zu, relativ zum Gesamt-löslich-N aber ab - mit Ausnahme bei Sorte Enweiß.

Tabelle 55: Proteinfraktionen bei Hafer - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Dorfmann 1971
(in mg/10g Korn-TM und in % des Gesamt-löslich N)

Sorte und Düngungsstufe	wasserlös. mg %	salzlös. mg %	alkohollös. mg %	laugelös. mg %	Gesamt- lösli.-N mg	Gesamt-N im Ganzkorn mg
Agrippa N5	40,8	25,1	55,2	65,4	166,9	189,7
	43,8	31,6	40,4	80,6	196,4	215,2
Arnold N3	37,5	28,4	38,9	68,8	173,6	188,1
	40,6	35,6	44,6	91,9	212,7	243,5
Delphin N1	39,1	27,2	39,9	75,9	182,1	194,4
	43,8	31,5	44,8	89,3	209,4	233,6
Enweiß N1	38,3	28,7	34,0	62,8	163,8	185,9
	40,2	33,2	40,5	74,6	188,5	217,9
Flämings- krone N1	37,3	31,0	35,1	64,1	167,5	192,2
	38,9	36,0	41,4	84,4	200,7	217,5
Flämings- perle N1	37,7	26,9	34,6	55,3	154,5	178,0
	42,4	35,0	42,8	81,1	201,3	227,1
Julius N1	35,4	26,6	39,0	61,1	162,1	194,0
	39,8	32,7	43,5	81,1	197,1	224,9
Tiger N1	40,1	25,1	36,2	64,5	165,9	179,0
	45,1	30,7	39,9	75,7	191,4	205,0
Thor N1	37,7	28,2	34,2	57,3	157,4	179,3
	41,2	34,8	42,9	85,3	204,2	228,0



-137-

Sorten

- AGRIPPA
- ARNOLD
- DELPHIN
- ENWEISS
- FLÄMINGSKRONE
- JULIUS
- TIGER
- THOR

salzlösl. Fraktion

RP-Gehalt in %

Abbildung 34: Proteinfraktionen bei Hafer (wasserlösliche und salzlösliche Fraktion) -
Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Dorfborn).

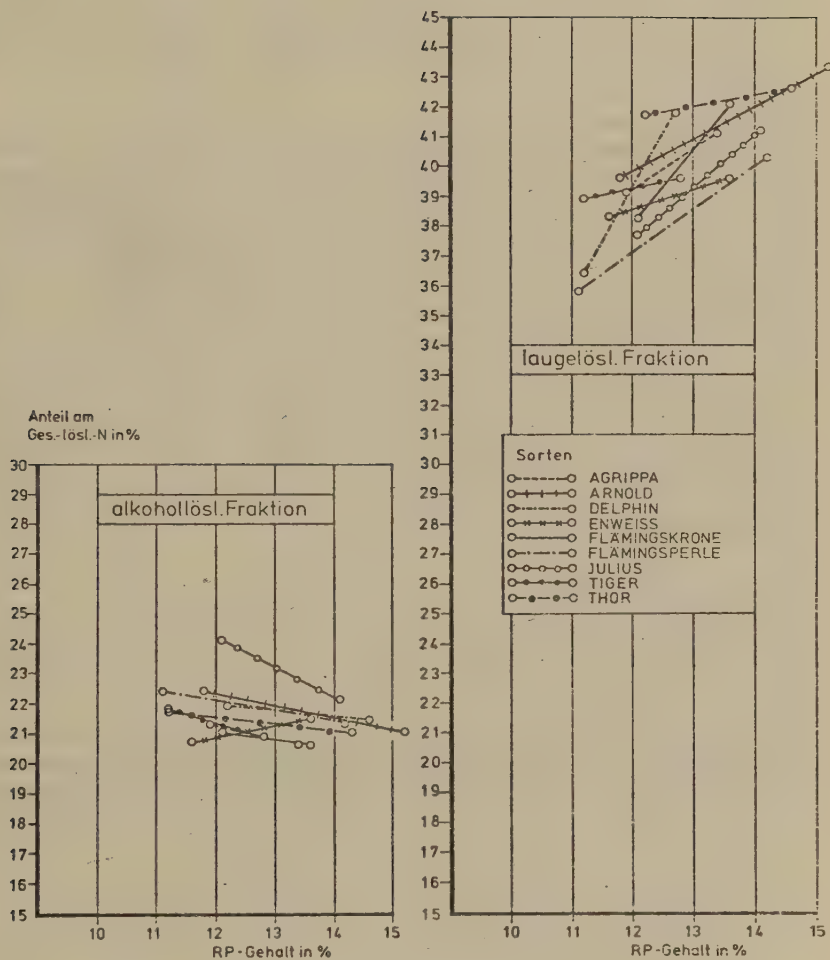


Abbildung 35: Proteinfraktionen bei Hafer (alkohollösliche und laugelösliche Fraktion) - Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuchsreihe 1971 (Standort Dorfborn).

Die laugelösliche Fraktion weist Werte zwischen 35,8% (Flämingsperle N₁) und 43,2% (Arnold N₃) auf. Diese Fraktion nimmt in jedem Falle mit steigender Stickstoffdüngung absolut und relativ zu. Am stärksten sind die relativen Zunahmen bei den Sorten Flämingsperle und Thor (4,5 bzw. 4,4% Zunahme im Anteil am Gesamtlöslich-N).

Vergleicht man die Anteile der einzelnen Fraktionen am Gesamtlöslich-N bei gleichem Rohproteingehalt, so ergibt sich folgendes: Bei 13% Rohproteingehalt deuten sich in der wasserlöslichen Fraktion für die Sorten Agrippa und Tiger mit 23,0-23,5% überdurchschnittliche Anteile, bei den Sorten Flämingskrone, Arnold, Julius und Tiger unter dem Durchschnitt liegende Anteile an. In der salzlöslichen Fraktion weisen die Sorten Flämingskrone mit über 18% den höchsten, die Sorte Thor mit ca. 15% den niedrigsten Anteil auf. In der alkohollöslichen Fraktion weist die Sorte Julius einen höheren Anteil auf als die übrigen Sorten. In der laugelöslichen Fraktion liegt zumindest die Sorte Tiger relativ sehr hoch (ca. 42%), die Sorte Flämingsperle dagegen niedrig (ca. 38,5%), jedoch ist die Differenzierung zwischen den meisten Sorten in dieser Fraktion nicht sehr klar.

Errechnete Lysinwerte

Die auf Grund der Proteinfractionierung errechneten Lysin- α -amino-N-Werte sind in Tabelle 37 zusammengefaßt und in Abbildung 36 graphisch dargestellt.

Es ergibt sich in jedem Fall ein starker Anstieg der mg Lysin- α -amino-N-Werte/10g Korn-TM von Düngungsstufe N₁ zu Düngungsstufe N₃. Die prozentualen Lysin- α -amino-N-Anteile am Gesamtlöslich-N bleiben daher trotz starken Anstiegs des Rohproteingehalts in der Düngungsstufe N₃ gegenüber Düngungsstufe N₁ in etwa unverändert.

Ein Vergleich der prozentualen Lysin- α -amino-N-Anteile am Gesamtlöslich-N bei gleichem Rohproteingehalt - 13% - ergibt für die einzelnen Sorten folgendes Bild: Tiger 3,26%, Agrippa 3,23%, Enweiß und Flämingsperle 3,20%, Thor 3,19%, Flämingskrone 3,18%, Delphin 3,17%, Arnold 3,16% und Julius 3,13%.

Tabelle 37: Errechnete Lysinwerte bei Hafer - Einfluss von Sorte und N-Düngung - Versuch Dorfborn 1971

(in mg Lysin- α -amino-N/10g Form-IM und in % Lysin- α -amino-N des Gesamt-Eisrich-N)

Sorte und Düngungsstufe	Albumin		Globulin		Prolamin		Glutenin		Gesamt		
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	
Agrippa	N1	2,24	1,34	0,70	0,47	0,25	0,15	2,16	1,29	5,43	3,25
	N3	2,41	1,23	0,90	0,50	0,20	0,14	2,66	1,55	6,33	3,22
Arnold	N1	2,06	1,19	0,80	0,51	0,27	0,16	2,27	1,31	5,48	3,17
	N3	2,23	1,05	1,10	0,52	0,31	0,15	3,03	1,42	6,67	3,14
Delphin	N1	2,15	1,10	0,84	0,46	0,20	0,15	2,50	1,37	5,77	3,16
	N3	2,41	1,15	0,90	0,47	0,31	0,15	2,95	1,41	6,65	3,18
Enweiß	N1	2,11	1,29	0,89	0,54	0,24	0,15	2,07	1,26	5,31	3,24
	N3	2,21	1,17	1,05	0,55	0,20	0,15	2,46	1,31	5,98	3,18
Flämings- krone	N1	2,05	1,22	0,96	0,57	0,25	0,15	2,12	1,27	5,38	3,21
	N3	2,14	1,07	1,12	0,56	0,29	0,14	2,79	1,39	6,34	3,16
Flämings- perle	N1	2,07	1,34	0,83	0,54	0,24	0,16	1,82	1,18	4,96	3,22
	N3	2,33	1,16	1,09	0,54	0,30	0,15	2,68	1,35	6,40	3,18
Julius	N1	1,95	1,20	0,82	0,51	0,27	0,17	2,02	1,25	5,06	3,13
	N3	2,19	1,11	1,01	0,51	0,30	0,15	2,08	1,36	6,18	3,15
Tiger	N1	2,21	1,33	0,78	0,47	0,25	0,15	2,13	1,28	5,37	3,23
	N3	2,46	1,30	0,95	0,50	0,20	0,15	2,50	1,31	6,21	3,26
Thor	N1	2,07	1,32	0,87	0,55	0,24	0,15	1,89	1,20	5,07	3,22
	N3	2,27	1,11	1,08	0,53	0,30	0,15	2,81	1,38	6,46	3,17

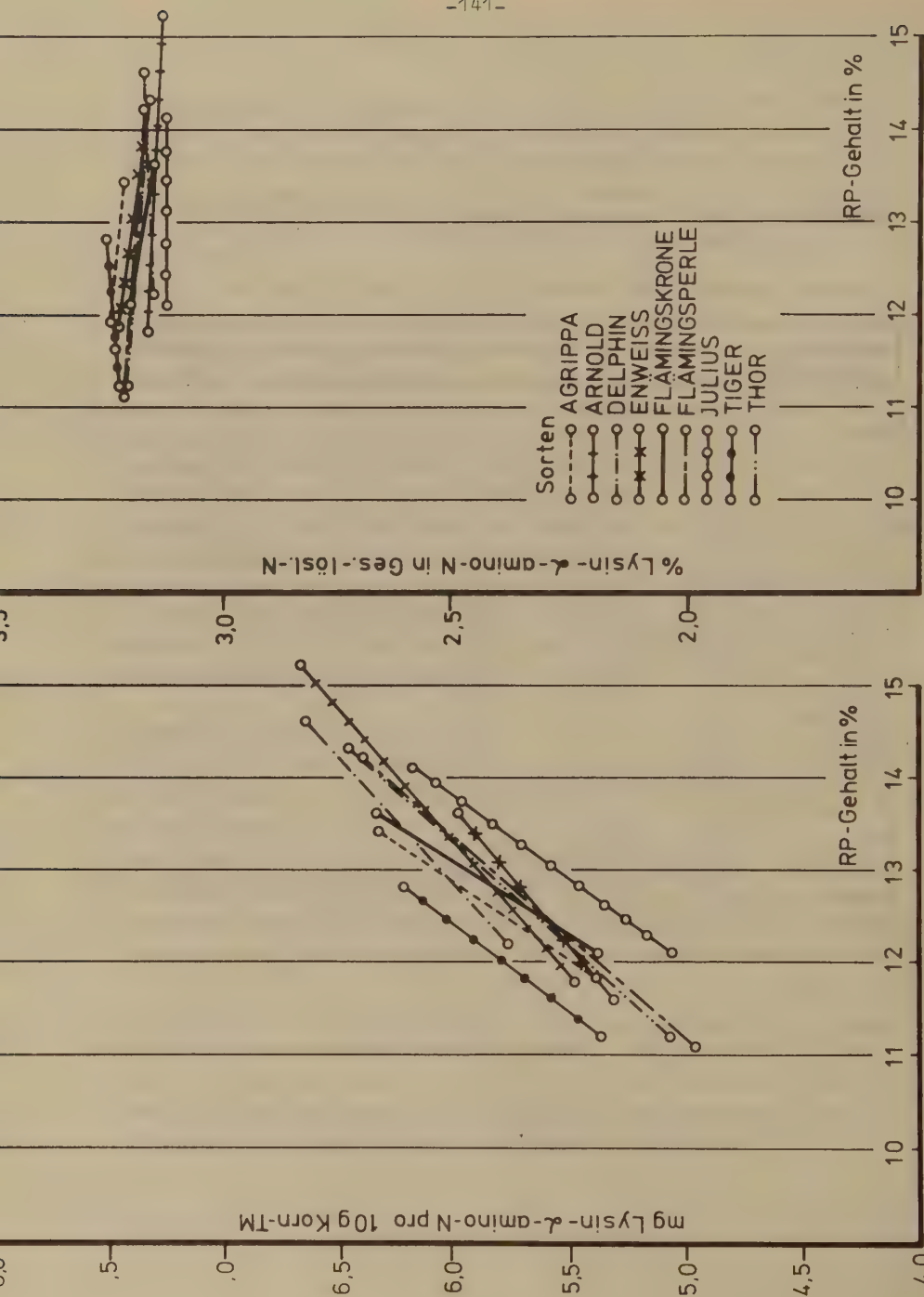


Abbildung 36: Errechnete Lysinwerte bei Hafer - Einfluß von Sorte und N-Düngung

5.2. Aminosäuregehalte

5.2.1. Material und Methodik

Untersuchungen über die Gehalte an einzelnen Aminosäuren wurden an einigen Proben verschiedener Sorten mit vergleichbaren Rohproteingehalten aus der im Abschnitt "4. Untersuchungsmaterial" unter V14 aufgeführten Versuchsreihe durchgeführt. Ziel dieser Aminosäureanalysen war in erster Linie die Prüfung der Frage, inwieweit sich analog zu den Ergebnissen der Proteinfractionierungen und zu den errechneten Lysinwerten bei verschiedenen Sorten Differenzen in den analytisch festzustellenden Lysingehalten ergeben.

Aus der Versuchsserie wurden Proben der Sommerweizensorten Adler, Arin, Janus, Kleiber und Stamm 5 sowie der Gerstensorten Ecki, Ingrid, Quantum, Kultum und Virga und in Ergänzung dazu 2 Proben der Hafersorte Arnold aus der Versuchsreihe V11 ausgewählt. Die Kornproben wurden fein gemahlen, mit 6N HCl in Stickstoffatmosphäre in Ampullen 24 Std. bei 110°C im Trockenschrank hydrolysiert, anschließend wurde das Hydrolysat nach Abdampfen der HCl im Rotationsverdampfer und nach Wiederaufnahme in Pufferlösung (pH 2,2) säulenchromatographisch am Beckman Multichrom aufgetrennt. Diese Analysen wurden teils selbst, teils von der Firma Degussa Hanau durchgeführt.

5.2.2. Ergebnisse

Ein Teil der im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Aminosäuregehalte ist in den Tabellen 38-41 zusammengestellt. Es werden jeweils die Aminosäuregehalte in g/100g Korn-TM sowie in g/100g Rohprotein angegeben. Die gefundenen Lysinwerte sind außerdem in den Abbildungen 37 und 38 in g/100g Rohprotein graphisch dargestellt.

Für die untersuchten Sommerweizenproben sind in Tabelle 38 die absoluten Gehalte an den einzelnen Aminosäuren in der Korn-TM und in Tabelle 39 die Aminosäuregehalte in g/100g Rohprotein wiedergegeben. Die absoluten Gehalte in der Korn-TM steigen mit steigenden Rohproteingehalten mehr oder weniger stark an, so daß sich erwartungsgemäß in den rohproteinreicheren Kornproben auch

Tabelle 38: Aminosäuregehalte bei Sommerweizen (g/100g Korn-TM) -
Einfluß von Sorte und durch N-Düngung veränderten Rohproteingehalten

Sorte	Adler 1	Adler 2	Adler 3	Arin 1	Arin 2	Janus 1	Janus 2	Kleiber	Stamm S1	Stamm S2
RP-Gehalt in % d. Korn-TM	17,34	18,44	19,21	16,39	17,14	15,54	17,83	15,00	17,24	18,37
Asparaginsäure	0,951	0,980	1,055	0,865	0,981	0,935	1,048	0,889	0,929	0,979
Threonin	0,464	0,482	0,496	0,446	0,479	0,444	0,470	0,446	0,468	0,477
Serin	0,786	0,836	0,855	0,720	0,770	0,704	0,793	0,685	0,732	0,812
Glutaminsäure	5,171	5,826	5,962	4,729	5,205	4,488	5,379	4,409	4,893	5,247
Prolin	2,068	2,294	2,387	1,927	1,926	1,737	2,147	1,708	1,972	2,129
Glycin	0,647	0,695	0,705	0,679	0,748	0,620	0,679	0,627	0,715	0,738
Alanin	0,558	0,565	0,574	0,524	0,574	0,523	0,550	0,510	0,560	0,577
Valin	0,713	0,739	0,744	0,667	0,712	0,657	0,722	0,673	0,711	0,732
Cystin	0,400	0,411	0,423	0,350	0,368	0,383	0,390	0,383	0,366	0,384
Methionin	0,262	0,289	0,282	0,244	0,263	0,235	0,271	0,258	0,262	0,253
Isoleucin	0,594	0,639	0,648	0,535	0,574	0,524	0,598	0,513	0,566	0,585
Leucin	1,137	1,221	1,228	1,106	1,157	1,022	1,172	1,017	1,137	1,182
phenylalanin	0,777	0,829	0,867	0,747	0,797	0,693	0,784	0,670	0,774	0,788
Lysin	0,435	0,434	0,437	0,446	0,462	0,408	0,436	0,435	0,462	0,485
Arginin	0,779	0,840	0,794	0,763	0,842	0,774	0,842	0,748	0,790	0,891

Tabelle 59: Aminosäuregehalte bei Sommerweizen (g AS/100g RP) -

Einfluss von Sorte und durch N-Düngung veränderten Konproteingehalten

Sorte	Adler 1		Adler 2		Arin 1	Arin 2	Janus 1		Kleiber	Stamm S.		Stamm S.
KP-Gehalt in % d. Korn-TW	1,24	13,44	19,21	16,29	17,14	17,14	17,24	17,24	17,00	17,24	17,24	17,24
Asparaginsäure	5,48	5,22	5,49	5,28	5,72	5,72	6,02	5,87	5,72	5,79	5,79	5,79
Threonin	2,67	2,61	2,59	2,72	2,79	2,79	2,86	2,83	2,73	2,71	2,71	2,71
Serin	4,54	4,52	4,45	4,29	4,49	4,49	4,22	4,45	4,27	4,15	4,15	4,15
Glutaminsäure	29,82	31,59	31,04	28,85	30,56	30,56	28,86	30,17	28,40	28,29	28,29	28,29
Prolin	11,93	12,44	12,43	11,76	11,23	11,23	11,18	12,04	11,29	11,45	11,45	11,45
Glycin	3,74	3,77	3,67	4,14	4,27	4,27	3,99	3,81	4,19	4,15	4,15	4,15
Alanin	3,22	3,07	2,99	3,20	3,55	3,55	3,36	3,09	3,40	3,25	3,25	3,25
Valin	4,11	4,01	3,87	4,07	4,12	4,12	4,23	4,03	4,49	4,12	4,12	4,12
Cystin	2,20	2,22	2,20	2,14	2,14	2,14	2,47	2,19	2,52	2,12	2,12	2,12
Methionin	1,51	1,57	1,47	1,49	1,22	1,22	1,22	1,22	1,72	1,22	1,22	1,22
Isoleucin	3,42	3,47	3,28	3,27	3,22	3,22	3,27	3,22	3,42	3,28	3,28	3,28
Leucin	6,57	6,62	6,29	6,72	6,72	6,72	6,28	6,27	6,78	6,60	6,60	6,60
Phenylalanin	4,49	4,49	4,52	4,26	4,62	4,62	4,46	4,40	4,46	4,49	4,49	4,49
Lysin	2,21	2,22	2,28	2,72	2,69	2,69	2,62	2,28	2,21	2,28	2,28	2,28
Arginin	4,49	4,56	4,13	4,65	4,21	4,21	4,98	4,72	4,99	4,99	4,99	4,99

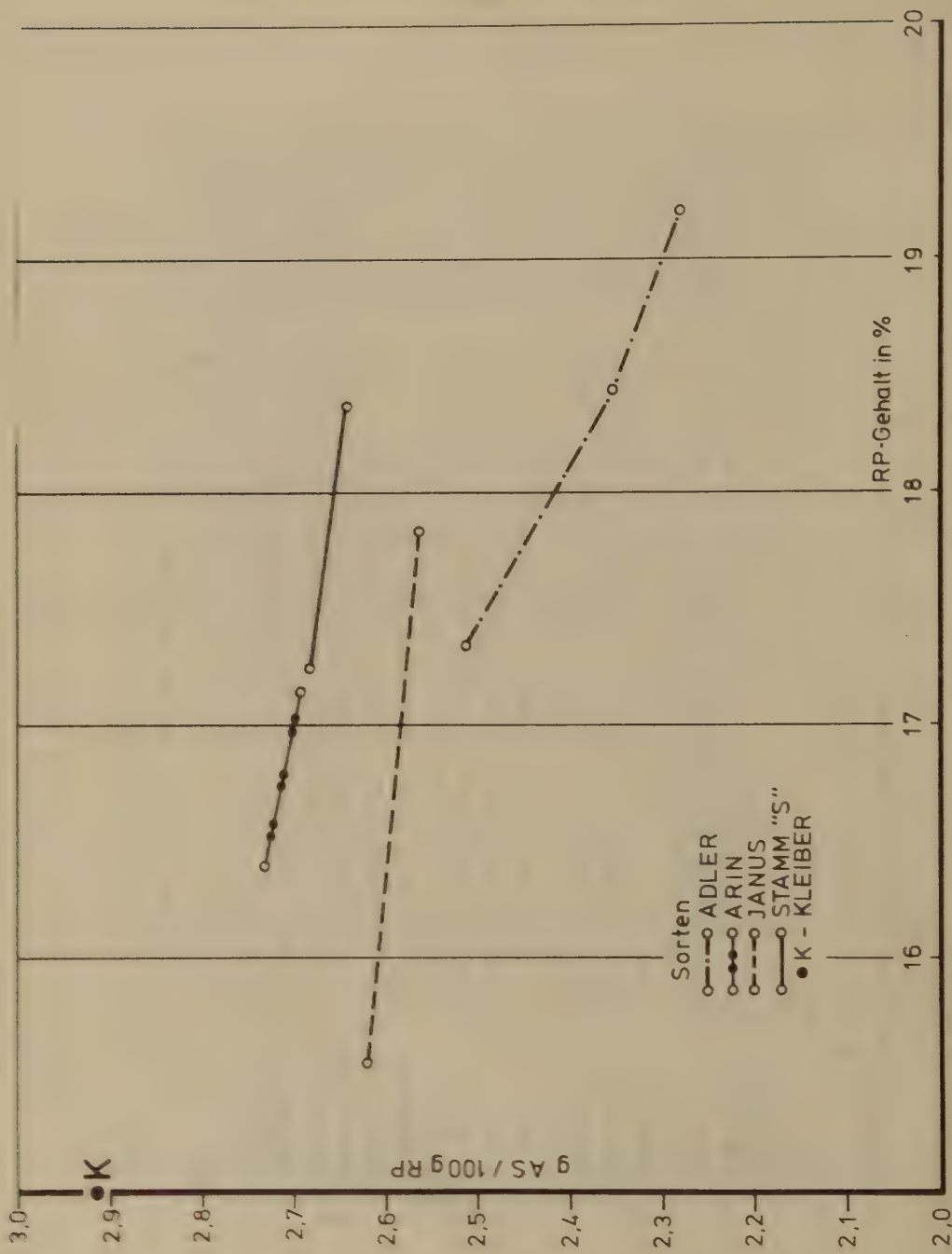


Abbildung 37: Lysingehalte verschiedener Sommerweizensorten bei durch variierte Stickstoff-

höhere Aminosäuregehalte finden. Dabei ist die Erhöhung der Gehalte bei den einzelnen Aminosäuren stark unterschiedlich, was aus den Ergebnissen der Aminosäurefraktionierungen zu erwarten war. Die Aminosäuregehalte bezogen auf 100g Rohprotein zeigen bei einer Reihe der untersuchten Aminosäuren eine Abnahme bei steigendem Rohproteingehalt. Insbesondere für die die Wertigkeit von Getreideproteinen am stärksten begrenzende Aminosäure Lysin lassen sich sehr klare Differenzen zwischen den einzelnen Sorten und den einzelnen Junggenvarianten erkennen. Bei jeder der hier untersuchten Sorten läßt sich mit steigendem Rohproteingehalt eine Verringerung des Anteiles am Gesamtprotein feststellen. Gleichzeitig aber zeigt sich auch, daß die Lysingehalte bei den Sommerweizensorten Asia und Stamm 3 bei vergleichbarem Rohproteingehalten deutlich höher liegen als bei den Sorten Adler und Janus. So weist die Variante Adler 2 bei einem Rohproteingehalt von 12,44% in der Korn-TM einen Lysingehalt von 2,35g/100g Rohprotein auf, die Variante Stamm 32 bei fast gleichem Rohproteingehalt von 12,37% in der Korn-TM dagegen einen Lysingehalt von 2,64g/100g Rohprotein. Das entspricht immernin einer Relation von 100:112 und bedeutet, daß die Sorte Stamm 3 bei gleichem Rohproteingehalt hier 12% mehr Lysin im Rohprotein enthält als die Sorte Adler (siehe auch Abbildung 37). Die für den Vergleich der Lysingehalte herangezogenen Varianten Adler 2 und Stamm 32 unterscheiden sich - trotz praktisch gleicher Rohproteingehalte - nicht nur im Lysingehalt deutlich, sondern auch bei einigen anderen Aminosäuren. So liegen die Werte für die wie Lysin in der Prolaminfraktion gegenüber der Glutaminfraktion weniger stark vertretenen Aminosäuren Glycin und Arginin bei Stamm 3 deutlich höher als bei Adler; demgegenüber liegen die Werte für die in der Prolaminfraktion gegenüber der Glutaminfraktion verstärkt vorhandenen Aminosäuren Glutaminsäure, Prolin, Methionin, Isoleucin bei Stamm 3 mehr oder weniger deutlich niedriger als bei Adler. Soviel zu den Ergebnissen der Aminosäurenuntersuchungen bei den Sommerweizenvarianten.

Betrachtet man nun die in den Tabellen 40 und 41 zusammengestellten Ergebnisse für die Sommergeratenvarianten, so ergibt sich folgendes Bild:

Zunächst fällt auf, daß die Aminosäuregehalte in der Korn-TM

Tabelle 40: Aminosäuregehalte bei Sommergerste und Hafer (g/100g Korn-TM) -
Einfluß von Sorte und durch N-Düngung veränderten Rohproteingehalten

Sorte	Eeki 1 Eeki 2		Ingrid 1 Ingrid 2		Multum 1	Quantum 1 Quantum 2		Virga 1 Virga 2	Arnold 1 Arnold 2	
RP-Gehalt in % d. Korn-TM	13,70	14,29	13,12	14,19	14,78	14,07	14,67	13,29	14,43	12,48
Asparaginsäure	0,851	0,878	0,861	0,870	0,912	0,815	0,812	0,836	0,846	1,059
Threonin	0,442	0,440	0,425	0,434	0,434	0,419	0,433	0,425	0,445	0,462
Serin	0,585	0,574	0,556	0,571	0,541	0,577	0,589	0,553	0,574	0,591
Glutaminsäure	3,553	3,269	3,135	3,466	3,582	3,563	3,731	3,124	3,363	2,962
Prolin	1,601	1,550	1,416	1,665	1,808	1,672	1,864	1,425	1,635	0,683
Glycin	0,519	0,522	0,509	0,544	0,527	0,505	0,533	0,541	0,572	0,575
Alanin	0,534	0,533	0,524	0,523	0,530	0,539	0,573	0,536	0,593	0,561
Valin	0,667	0,673	0,651	0,661	0,719	0,692	0,687	0,664	0,690	0,653
Cystin	0,550	0,524	0,534	0,553	0,560	0,515	0,533	0,511	0,530	0,503
Methionin	0,211	0,223	0,203	0,206	0,223	0,213	0,206	0,202	0,207	0,213
Isoleucin	0,466	0,477	0,440	0,460	0,501	0,488	0,506	0,443	0,478	0,440
Leucin	0,940	0,971	0,938	0,937	1,013	0,980	0,966	0,940	0,953	1,211
Phenylalanin	0,557	0,642	0,646	0,712	0,738	0,726	0,761	0,684	0,686	0,615
Lysin	0,463	0,427	0,497	0,504	0,528	0,433	0,471	0,474	0,437	0,310
Arginin	0,643	0,660	0,669	0,657	0,672	0,634	0,640	0,661	0,636	0,626

Tabelle 41: Aminosäuregehalte bei Sommergerste und Hafer (g AS/100g RP) - Einfluss von Sorte und durch N-Düngung veränderten Rohproteingehalten

[illegible]

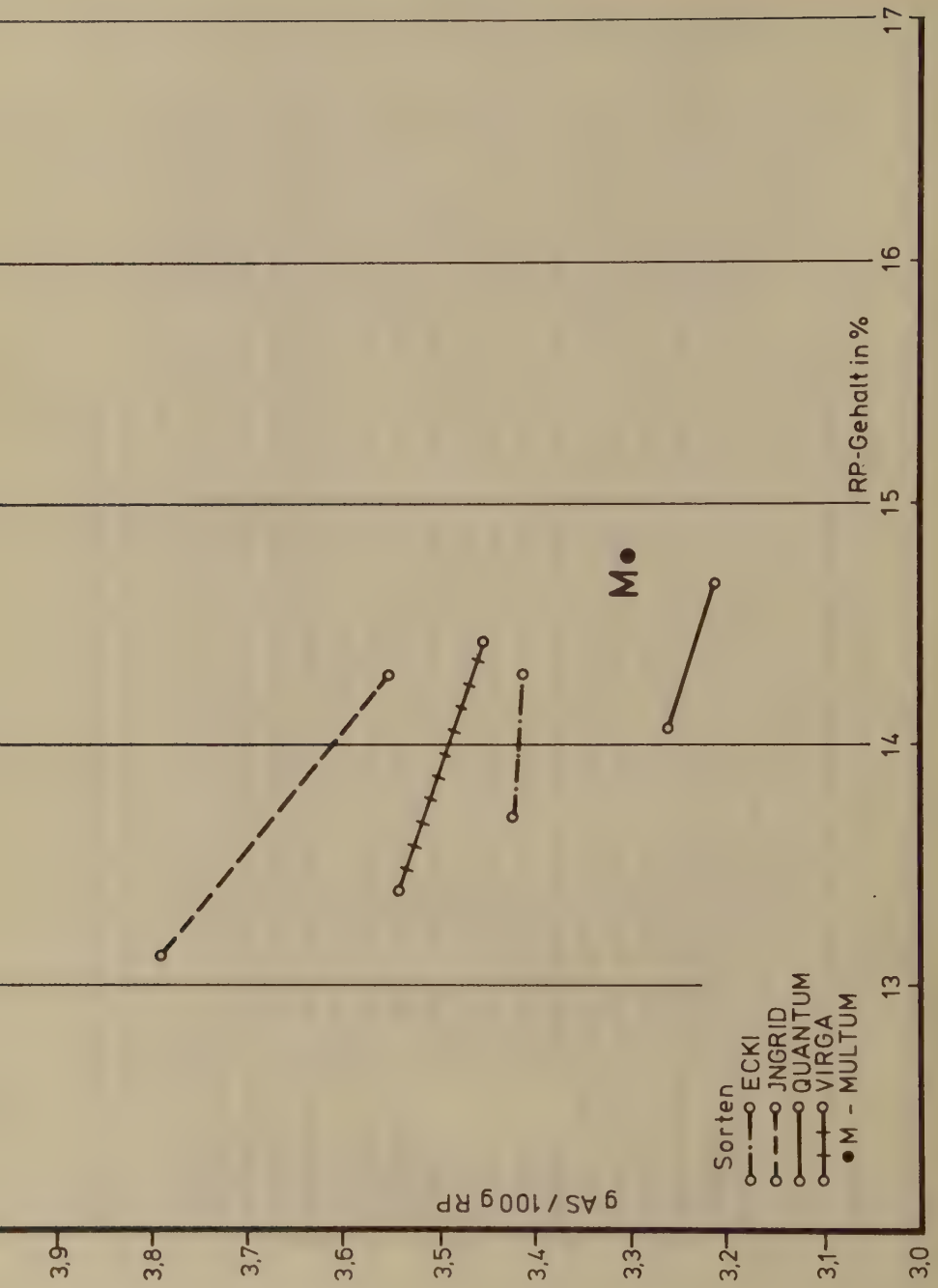


Abbildung 38: Lysingehalte verschiedener Sommergerstensorten bei durch variierte Stickstoff-

bei steigendem Rohproteingehalt in fast allen Fällen ebenfalls ansteigen, wie das bei den zuvor besprochenen Weizenproben in jedem Falle gegeben war. In den Aminosäuregehalten bezogen auf 100g Rohprotein zeigen sich wie bei Weizen teilweise Anstiege, teilweise niedrigere Werte für die einzelnen Aminosäuren.

Zwischen den einzelnen Sorten zeigen sich auch bei der Gerste mehr oder weniger deutliche Unterschiede in den Aminosäuregehalten bezogen auf das Rohprotein. Dies gilt vor allem auch wieder für die Aminosäure Lysin (siehe auch in Abbildung 38). Bei vergleichbaren Rohproteingehalten liegen die Lysingehalte in g/100g Rohprotein z.B. bei der Sorte Ingrid deutlich höher als bei der Sorte Ecki. Beide Sorten unterscheiden sich auch in den Anteilen der Prolamin- und Gluteninfraktion, wobei die Sorte Ecki einen wesentlich höheren Prolaminanteil aufweist. Auch die Sorte Virga zeigt in der Tendenz einen relativ höheren Lysingehalt. Andererseits liegen die Lysingehalte für die Sorte Quantum, für die ebenfalls bei der Proteinfraktionierung ein relativ geringer Anteil der alkohollöslichen Fraktion ermittelt wurde, hier noch niedriger als die der Sorte Ecki. Es ergibt sich in diesem Vergleich also keine Parallelität zwischen den Ergebnissen der Proteinfraktionierungen und der analytisch ermittelten Lysingehalte. Auch die Sorte Multum, die mit der Sorte Quantum sehr eng verwandt ist, zeigt bei vergleichbarem Rohproteingehalt einen ähnlich niedrigen Lysingehalt (Ergebnisse der Proteinfraktionierungen liegen für diese Sorte nicht vor).

Zum Vergleich zu Weizen und Gerste sind auch zwei Haferproben der Sorte Arnold mit durch variierte N-Düngung stark veränderten Rohproteingehalten auf ihre Aminosäuregehalte untersucht worden. Eine Gegenüberstellung dieser in den beiden letzten Spalten der Tabellen 40 und 41 wiedergegebenen Ergebnisse für Hafer mit den vorher besprochenen Ergebnissen bei Sommerweizen und Sommergerste zeigt folgendes: Vor allem die in der Prolaminfraktion enthaltene Aminosäure Prolin ist im Hafer wesentlich weniger enthalten als bei Weizen und Gerste; auch für die Glutaminsäure sind deutlich geringere Gehalte festzustellen. Demgegenüber liegen die Gehalte an Asparaginsäure, Alanin, Valin, Cystin, Leucin, Arginin und vor allem auch an Lysin wesentlich höher. Bei dem

durch zusätzliche N-Düngung stark erhöhten Rohproteingehalt (15,9% bei Variante Arnold 2 gegenüber nur 12,5% bei Variante Arnold 1) sind alle Aminosäuregehalte in der Korn-TM stark erhöht, vor allem auch der Gehalt an Lysin von 0,510 g in Variante Arnold 1 auf 0,626g/100g Korn-TM in Variante Arnold 2. Dies entspricht einer Erhöhung des Lysingehaltes um relativ ca.22% in der Korn-TM. Betrachtet man die Aminosäuregehalte bezogen auf Rohprotein, so ergeben sich bei erhöhtem Rohproteingehalt leichte Erhöhungen bei Asparaginsäure und Arginin und eine leichte Abnahme bei Methionin. Eine Abnahme im Lysingehalt ist nur in der Tendenz angedeutet - trotz Erhöhung des Rohproteingehaltes um relativ ca.27%.

5.3. Orientierender Fütterungsversuch

Eine endgültige Bewertung von Futtermitteln ist im allgemeinen nur durch einen Fütterungsversuch möglich, wobei zu berücksichtigen ist, daß verschiedene Tierarten oft sehr unterschiedlich reagieren. Um zu prüfen, ob die bei den chemischen Analysen (Proteinfraktionierungen und Aminosäurebestimmungen) in Abhängigkeit von Sorte und N-Düngung festgestellten Differenzen auch im Tierversuch zu Tage treten, wurde ein Kükenwachstumstest durchgeführt. Dieser Test sollte und konnte jedoch nur orientierenden Charakter haben und ist in erster Linie als Tastversuch für weitere diesbezügliche Fütterungsversuche anzusehen.

5.3.1. Material und Methodik

In den Kükenwachstumstest sind fünf Weizenproben einbezogen worden, und zwar von den Sorten Solo, Stamm S und Kolibri. Diese Sorten zeigten in den Ergebnissen der Eiweißfraktionierungen deutliche Unterschiede. Die für den Fütterungsversuch verwendeten Weizenproben entstammen Großparzellenversuchen (analog zu V3) auf Standort Gießen; sie weisen folgende Rohproteingehalte und Rohfasergehalte auf (siehe nächste Seite).

Die Weizenproben wurden geschrotet und durch Verdünnung mit Maisstärke und Glukose auf einen einheitlichen Rohproteingehalt von 13,3% eingestellt. Als Eiweißquelle diente lediglich das Weizen-

Sorte und Düngungsstufe		Ronproteingehalte (Nx0,25) % Korn-TM	Ronfaser % Korn-TM
Solo	N ₁	17,2	3,9
Solo	N ₂	20,7	3,7
Stamm S	N ₁	16,2	4,6
Stamm S	N ₂	17,1	4,2
Kolibri	N ₁	16,6	4,5

schrot, während alle anderen essentiellen Nahrungsfaktoren in ausreichenden Mengen beigemischt wurden. Die endgültige Rationsgestaltung sah folgendermaßen aus:

Rationsgestaltung - (Gewichtsanteile in %)
(jede Ration enthält 13,3% RP)

Komponente	I Solo N ₁	II Solo N ₄	III Stamm S N ₀	IV Stamm S N ₆₀	V Kolibri N ₁
Weizenschrot	87,96	72,68	95,27	88,44	90,91
Sonnenblumenöl	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Mineralstoffe ^{x)}	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
Spurenelemente ^{x)}	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Vitamine ^{x)}	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26
	92,41	77,13	99,72	92,89	95,36
Maisstärke	7,31	22,59	-	6,83	4,36
Glukose	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28

x) nach Angaben des Instituts für Tierernährung der Justus Liebig-Universität Gießen (DROCHNER, W. 1970)

Die aus jeder Weizenprobe hergestellte Futtermischung wurde an je zwei Küken-Versuchsgruppen à 12 Tiere verfüttert. Die Küken wurden bis zum Alter von 3 Tagen mit Kükenstarter gefüttert, danach nach Gewichtgruppen selektiert und zufallsgemäß auf die 10 Gruppen verteilt. Es wurde nach der ersten und zweiten Woche sowohl die Gewichtszunahme jeder Versuchsgruppe als auch der Futterverbrauch pro Gruppe bestimmt und daraus der Futterverbrauch pro Gramm Zunahme für jede Gruppe für die 14tägige Versuchsperiode berechnet.

5.3.2. Ergebnisse

Die für die fünf Weizenvarianten festgestellten Werte für die Gewichtszunahme, den Futterverbrauch und den Futterverbrauch/Gramm Gewichtszunahme nach 14tägiger Versuchsdurchführung sind in Tabelle 42 wiedergegeben. Im allgemeinen verlief der Versuch ohne Störungen, nur bei Gruppe IVb zeigten sich in der ersten Versuchswoche Ausfallerscheinungen, deren Ursachen nicht geklärt sind. Sie konnte daher nicht ausgewertet werden.

Die Ergebnisse in Tabelle 42 lassen folgendes erkennen: In den Gewichtszunahmen zeigen sich sehr deutliche Unterschiede. Während die Varianten I und V mit 188 g (relativ = 102) bzw. 182 g (relativ = 98) Gewichtszunahme sehr nahe dem Versuchsmittel von 185 g (relativ = 100) liegen, liegt die Variante II mit nur 91 g (relativ = 49) weit unter dem Versuchsmittel; die Gewichtszunahme der Küken dieser Variante beläuft sich also nur auf die Hälfte des Versuchsmittels. Demgegenüber ist die Gewichtszunahme bei den Varianten III und IV mit 234 (relativ = 126) bzw. 230 (relativ = 124) deutlich besser als bei allen anderen geprüften Varianten und liegt um 25% höher als im Versuchsmittel.

Im Futterverbrauch sind die Differenzen zwischen den verschiedenen Varianten sehr viel geringer als in den Gewichtszunahmen. Das kommt vor allem in den Relativzahlen sehr deutlich zum Ausdruck. Die Variante I liegt mit einem Futterverbrauch von 1401 g (relativ = 99) sehr dicht beim Versuchsmittel und die Variante V mit 1349 g (relativ = 95) weicht ebenfalls nur wenig vom Versuchsmittel ab. Der Futterverbrauch von Variante II liegt mit 1275 g (relativ = 90) aber ebenfalls nur 10% unter dem Versuchsmittel. Demgegenüber ist der Futterverbrauch bei den Varianten III und IV mit 1511 g (relativ = 107) bzw. 1554 g (relativ = 110) etwas höher als im Versuchsmittel. Insgesamt ergeben sich beim Futterverbrauch also völlig andere Relationen als bei den Gewichtszunahmen und daraus resultieren nun auch die zum Teil sehr großen Unterschiede im Futterverbrauch je g Zunahme. Bei der Variante III liegt der Futteraufwand in g je g Zunahme mit 6,5 (relativ = 76) am niedrigsten, es folgt die Variante IV mit 6,8 (relativ = 80). Höher liegt der Futteraufwand/g Zunahme bei den Varianten I und V mit 7,5 (relativ = 88) bzw. 7,4 (relativ = 87). Sehr hoch

Tabelle 42: Fütterungsversuch mit Sommerweizen -

Einfluß von Sorte und N-Düngung auf die Gewichtszunahme und den Futterverbrauch bei Küken

Versuchsgruppe	Gewichtszunahme in 14 Tagen (12 Küken)		Futterverbrauch in 14 Tagen (12 Küken)		Futterverbrauch in g je g Zunahme in 14 Tagen	
	g	M relativ	g	M relativ	g	M relativ
Ia (Solo N ₁)	199	188 = 102	1421	1401 = 99	7,1	7,5 = 88 = 100
Ib	177		1381		7,8	
IIa (Solo N ₄)	83	91 = 49	1171	1275 = 90	14,1	14,0 = 165
IIb	99		1379		13,8	
IIIa (Stamm S N ₀)	230	234 = 126	1560	1511 = 107	6,8	6,5 = 76 = 86
IIIb	238		1462		6,1	
IVa (Stamm S N ₆₀)	230	230 = 124	1554	1554 = 110	6,8	6,8 = 80 = 93
IVb	-		-		-	
Va (Kolibri N ₁)	186	182 = 98	1433	1349 = 95	7,1	7,4 = 87 = 94
Vb	177		1265		7,2	
Mittel		185 = 100		1418 = 100		8,5 = 100

liegt gegenüber all den anderen Varianten der Futterverbrauch je g Zunahme bei Variante II mit 14,0 g (relativ = 165).

Zusammenfassend kann auf Grund dieser Ergebnisse festgestellt werden: Der - durch stark erhöhte Stickstoffdüngung verursachte - erhöhte Rohproteingehalt in Variante II gegenüber Variante I hat zu einem um etwa 10% geringeren Futterverbrauch, aber zu einer um ca.50% verringerten Gewichtszunahme geführt, so daß der Futterverbrauch je g Zunahme in dieser Variante mit 14,0 g nahezu doppelt so hoch liegt wie bei Variante I mit 7,5 g.

Dieser starke Rückgang des Futterwertes der durch N-Düngung im Proteingehalt hoch liegenden Probe erscheint kaum allein auf den Abfall der Biologischen Wertigkeit des Eiweißes zurückzuführen zu sein, da^{es} ja gerade, wie aufgezeigt werden konnte, im Bereich höherer Proteingehalte nicht mehr zu einem sehr starken Rückgang der limitierenden Aminosäure Lysin zu kommen scheint. Hier scheinen noch andere Faktoren mitzuspielen. Es stellt sich z.B. die Frage, inwieweit die relativ hohe Beimengung von Maisquellstärke zur Einstellung eines einheitlichen Proteingehalts des Futters sich bei dieser Probe mit negativ ausgewirkt hat und eventuell dadurch eine so große Differenz zustandegekommen ist. Bei weiteren Versuchen in dieser Richtung müßten die zu prüfenden Sorten in verschiedenen N-Stufen angebaut werden und dann durch Mischen der verschieden hoch im Protein liegenden Partien einer Sorte einheitliche Proteingehalte in den Futterrationen eingestellt werden.

Neben diesem bei Herabmischung auf einen entsprechenden Proteinvergleichsgehalt festzustellenden deutlich negativen Einfluß der durch erhöhte Stickstoffdüngung erzielten Rohproteinerhöhung deutet sich aber auch eine Sortendifferenz an. Denn bei etwa gleichen Rohproteingehalten - und damit nur unwesentlichen Änderungen in der Gestaltung der Futterrationen - liegt der Futterverbrauch mit relativ 107 bzw. 110 bei den Varianten III und IV nur wenig höher als bei den Varianten I und V, die Gewichtszunahme dagegen mit relativ 126 bzw. 124 sehr deutlich höher, so daß sich für die Varianten III und IV in der Tendenz auch ein geringerer Futterverbrauch je g Zunahme ergibt. Setzt man den Futterverbrauch je g Zunahme der Variante I (Solo N₁) gleich 100, so ergibt sich für

die Variante V ein Relativwert von 90; demgegenüber ergibt sich für den Futterverbrauch je g Zunahme bei Variante III (Stamm 3 N₁) ein Relativwert von nur 86 und für Variante IV von nur 93.

Damit liegt - zumindest in der Tendenz - Stamm 3 besser als die Sorten Solo und Kolibri. Das würde die bei den Proteinfractionierungen und bei den Lysinbestimmungen gefundenen Differenzen bestätigen. Eine Überprüfung dieses Sachverhaltes erscheint jedoch notwendig, und ein endgültiges Urteil kann erst nach weiteren Stoffwechselexperimenten mit Versuchstieren gefällt werden.

5.4. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse

Betrachtet man zunächst einmal den Rohproteingehalt, so lassen sich für alle drei hier untersuchten Getreidearten eine große Variabilität und eine große Modifizierbarkeit feststellen. Bei allen drei Getreidearten sind deutliche Sorteneinflüsse festzustellen, wenn diese auch nicht unter allen Umweltbedingungen gleichermaßen stark zum Ausdruck kommen. Die genetisch bedingten Sortenunterschiede sind aber vorhanden und können unter geeigneten Bedingungen mehr oder weniger stark zu Tage treten. Entscheidend dafür, ob und wie stark die Sortenunterschiede sich zeigen, ist nach den hier vorliegenden Ergebnissen eine ausreichende Wasserversorgung einerseits und ein ausreichendes Stickstoffangebot andererseits. Unter trockenen Standortbedingungen sind die Sortendifferenzen trotz ausreichender Stickstoffmengen im Boden meist weniger deutlich als unter feuchteren Standortbedingungen, wo wohl selbst bei nicht optimaler Stickstoffversorgung die Sortendifferenzen im Rohproteingehalt wesentlich deutlicher in Erscheinung treten. Auch die Steigerung der Rohproteingehalte durch zusätzliche Stickstoffgaben ist nach den hier vorliegenden Untersuchungen sehr stark sortenabhängig, und oft sind die Sortendifferenzen in den höheren N-Düngungsstufen wesentlich größer als in den niedrigen N-Düngungsstufen. Damit ergibt sich für die verschiedenen Sorten ein sehr unterschiedliches Proteinbildungspotential. Daß diese z.T. großen Unterschiede im Proteinbildungspotential nur dann manifest werden können, wenn die Umweltfaktoren dies zulassen (ausreichende Wasserversorgung, ausreichen-

des Stickstoffangebot, keine wesentlichen Schädigungen durch Blatt-, Fuß- oder Ährenkrankheiten u.ä.) kommt bei dem hier verarbeiteten Versuchsmaterial immer wieder sehr deutlich zum Ausdruck, weshalb nochmals darauf hingewiesen wird. Insbesondere bei der Getreideart Hafer sind die Umweltbedingungen offenbar viel weniger oft als bei Sommerweizen und Sommergerste so günstig, daß die auch bei Hafer vorhandenen großen Sortenunterschiede in der Proteinbildung auch tatsächlich in Erscheinung treten. Unter für die Proteinbildung günstigen Umweltbedingungen konnten im Rahmen dieser Untersuchungen auch bei Hafer sehr starke Reaktionen bestimmter Sorten auf zusätzliche Stickstoffgaben beobachtet und sehr hohe Rohproteingehalte in den höchsten Düngungsstufen festgestellt werden (Erhöhungen der Rohproteingehalte von 11-12% auf 14-15% bei den Sorten Arnold, Flämingsperle und Thor auf dem feuchteren Standort Dorfborn 1971). Bei Sommerweizen und Sommergerste sind die festgestellten Sortendifferenzen i.a. noch etwas größer als bei Hafer und sie treten mit größerer Regelmäßigkeit auf - letzteres offenbar deshalb, weil die Wasserversorgung für Sommerweizen und Sommergerste zumindest relativ gesehen unter unseren klimatischen Verhältnissen i.a. besser ist als bei Hafer. Wie stark aber selbst bei der trockenresistenten Sommergerste die Rohproteingehalte und vor allem die durch zusätzliche Stickstoffgaben zu erzielenden Erhöhungen der Rohproteingehalte von der Wasserversorgung abhängig sind, kommt in den Untersuchungsergebnissen an den Proben der Versuchsreihe V7 (Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971) deutlich zum Ausdruck.

Die gezielte Erhöhung der Rohproteingehalte durch zusätzliche Stickstoffgaben ist unter feuchteren Bedingungen demnach wesentlich sicherer möglich, und gerade auf den feuchteren Standorten, auf denen die Rohproteingehalte ohne zusätzliche Stickstoffdüngung oft niedriger liegen als auf den trockeneren Standorten, können hohe Rohproteingehalte im Getreidekorn im allgemeinen nur bei Einsatz zusätzlicher Stickstoffgaben erzielt werden; denn ohne zusätzliche Stickstoffgaben ist die Stickstoffversorgung auf feuchteren Standorten oft deshalb nicht optimal, weil der Getreidepflanze entweder nicht so große Stickstoffmengen aus dem Boden zur Verfügung stehen (stärkere Einwaschung in tiefere Schichten oder sogar Auswaschung und geringere N-Mineralisation

aus der oft etwas N-ärmeren organischen Substanz des Bodens) oder infolge langsamerer Abreife die Stärkeeinlagerung intensiver und die Kornausbildung besser ist (dadurch Proteinverdünnung) als auf trockenerem Standort.

Eine Frage ist bei der Betrachtung der Rohproteingehalte bzw. des Proteinbildungsvermögens der einzelnen Sorten von besonderem Interesse, nämlich: Inwieweit unterscheiden sich die Sorten mit starker Prolaminbildung hinsichtlich der Gesamtproteinbildung von den Sorten mit wesentlich geringerer Prolaminbildung?

Wie im Literaturüberblick dargelegt, gibt es aus früheren Arbeiten eine ganze Reihe von Hinweisen darauf, daß Sorten mit hoher Prolaminbildung insgesamt höhere Rohproteingehalte aufweisen oder erreichen können als Sorten mit geringerer Prolaminbildung. Vor allem bei Weizen ist dies wiederholt festgestellt worden. Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit gefundenen Werte lassen bei Weizen aber klar erkennen, daß unter vergleichbaren Bedingungen auch bestimmte Sorten mit relativ niedrigen Prolaminanteilen ähnlich hohe Rohproteingehalte erreichen können wie Sorten mit ausgesprochen hohen Prolaminanteilen (vergleiche die Sorten Adler und Stamm S in Versuchsreihe V1 und Janus und Kleiber in Versuchsreihe V4). Geringere Prolaminbildung und geringeres Proteinbildungsvermögen müssen demnach also zumindest nicht immer parallel gehen. Andererseits ist aber auch nicht zu verkennen, daß Sorten, die bei einem bestimmten vergleichbaren Rohproteingehalt relativ hohe Prolaminanteile aufweisen, höchste absolute Rohproteingehalte erreichen und auf zusätzliche Stickstoffdüngung besonders stark positiv im Rohproteingehalt reagieren,

Bei den hier untersuchten Sommergerstenproben fällt sehr stark auf, daß die bei vergleichbarem Rohproteingehalt in ihren Prolaminfraktionen niedrig liegenden Sorten Ingrid und Quantum in fast allen Versuchsreihen zu den Sorten zählen, die nur mäßige Rohproteingehalte erreichen. Demgegenüber liegt die Sorte Union, die bei den Proteinfraktionen ebenfalls relativ geringe Prolaminanteile zeigt, in den Rohproteingehalten meist recht hoch und zumindest nicht niedriger als Sorten mit ausgesprochen hohen Prolaminanteilen (wie z.B. Nota).

Eine zusammenfassende Betrachtung der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Proteinfractionierungen läßt sehr deutliche Unterschiede bei den drei hier untersuchten Sommergetreidearten erkennen. Die beiden Fraktionen der Konstitutionseiweiße - wasserlösliche (Albumin) und salzlösliche (Globulin) - nehmen beim hier untersuchten Probenmaterial zusammen bei Hafer und Weizen einen höheren Anteil ein als bei Gerste. Je nach Sorte und N-Düngung liegt die Summe dieser beiden Fraktionen bei Hafer zwischen 35 und 45% des Gesamt-löslich-N, bei Weizen zwischen 28 und 42%. Demgegenüber macht die Summe dieser beiden Fraktionen bei Gerste nur Anteile zwischen 23 und 34% aus. Andererseits unterscheiden sich die gefundenen Werte für Hafer und Weizen sehr wesentlich in den Anteilen der wasserlöslichen Fraktion einerseits und der salzlöslichen Fraktion andererseits; der Anteil der wasserlöslichen Fraktion liegt bei Weizen relativ sehr viel höher als bei Hafer, so daß die Relation zwischen der wasserlöslichen und der salzlöslichen Fraktion bei Weizen sehr viel weiter als bei Hafer ist. In Einzelfällen überschreitet der Anteil der salzlöslichen Fraktion bei Hafer sogar den Anteil der wasserlöslichen Fraktion. Damit nimmt die salzlösliche Fraktion (Globulin) insgesamt gesehen bei Hafer relativ einen wesentlich größeren Anteil ein als bei Weizen und auch bei Gerste.

Sehr deutlich sind nun aber auch die Artenunterschiede in den beiden Fraktionen der Reserveproteine, nämlich der alkohollöslichen Prolamine und der laugelöslichen Glutenine (siehe auch bei MICHAEL, BLUME und FAUST 1961). Hier unterscheiden sich Weizen und Gerste einerseits vom Hafer andererseits sehr stark; denn während Hafer einen relativ geringen Prolaminanteil aufweist, zeigen Weizen und Gerste auch bei niedrigen Rohproteingehalten schon einen relativ hohen Prolaminanteil, und bei stärkerer Erhöhung der Rohproteingehalte - etwa durch zusätzliche Stickstoffgaben - wird die Prolaminfraktion bei diesen beiden Getreidearten sehr viel stärker erhöht als alle übrigen Fraktionen und als dies bei Hafer der Fall ist.

Ganz wesentlich unterscheiden sich die drei untersuchten Getreidearten auch im Anteil der durch die fraktionierte Extraktion nicht in Lösung gegangenen Proteinfraction. Der Anteil dieser

sogenannten Rest-N-Fraktion nimmt in diesen Untersuchungen bei Weizen und Hafer nur etwa 10% des im Ganzkorn ermittelten Gesamt-N ein; er liegt demgegenüber bei Gerste meist um 20%, teilweise sogar bei 25%. Gerade dieser relativ hohe Anteil der Rest-N-Fraktion bedeutet zweifellos eine Schwierigkeit in der Beurteilung der Gerste gegenüber Weizen und Hafer an Hand der Fraktionierungsergebnisse, zumal aus der Literatur bisher wenig über die Zusammensetzung dieser Rest-N-Fraktion bekannt geworden ist.

Die Erhöhung der Rohproteingehalte durch Anwendung steigender Stickstoffgaben führt bei allen drei geprüften Getreidearten zu sehr deutlichen Zunahmen im absoluten Gehalt der einzelnen Proteinfractionen, jedoch treten zwischen den drei Getreidearten spezifische Unterschiede in der Zunahme auf. Die wasserlösliche Fraktion nimmt bei allen drei Getreidearten etwas weniger stark zu als die übrigen Fraktionen, so daß der Anteil dieser Fraktion am Gesamt-löslich-N fast ausnahmslos abnimmt (besonders bei Hafer), während sich der Anteil der salzlöslichen Fraktion meist weniger verändert. Es kommt neben einem relativen Rückgang der Summe der Konstitutionseiweiße Albumin + Globulin daher auch zu einer deutlichen Verengung des Albumin : Globulin-Verhältnisses bei steigenden Gesamtproteingehalten. Letzteres ist besonders bei Weizen und Hafer der Fall, während es an Hand der vorliegenden Ergebnisse bei der Getreideart Gerste nicht so eindeutig festgestellt werden kann.

Weit stärker unterscheiden sich die drei Getreidearten bei der zusätzlichen Einlagerung der Reserveeiweißfraktionen. Hafer, der, wie bereits festgestellt, an sich schon einen hohen Anteil der Gluteninfraktion aufweist, lagert auch bei der zusätzlichen Proteineinlagerung verstärkt die laugelösliche Fraktion ein, so daß der relative Anteil der alkohollöslichen Fraktion nicht zunimmt oder sogar etwas absinkt. Bei Weizen und Gerste dagegen führt eine düngungsbedingte Erhöhung der Rohproteingehalte in jedem Falle zu einer bevorzugten Einlagerung der Prolaminfraktion und damit zu einer Erhöhung des Anteiles der alkohollöslichen Fraktion am Gesamt-löslich-N. Vermehrte Proteineinlagerung führt also bei Hafer immer zu einer Verschiebung innerhalb der Reserveproteinfraktionen zu Gunsten der laugelöslichen Gluteninfraktion, bei

Weizen und Gerste darüber zu Gunsten der alkohollöslichen Prolaminfraktion.

Die in Fortführung früherer orientierender Versuche (JAHN-DEESBACH, MARQUARD und SCHIFFER 1970; SCHUTZBAR 1972) umfangreichen Untersuchungen an einer größeren Anzahl von Sommerweizen-, Sommergersten- und Hafersorten im Rahmen der vorliegenden Arbeit lassen nun erkennen, daß neben den besprochenen deutlichen Artenunterschieden innerhalb ein und derselben Getreideart aber eben doch auch deutliche sortenspezifische Differenzen auftreten. Dies gilt ganz besonders hinsichtlich der Einlagerung der beiden Reserveproteine Prolamin und Glutenin. Vor allem bei den Getreidearten Weizen und Gerste gibt es nach den zahlreichen hier gewonnenen Ergebnissen Sorten mit wesentlich geringeren Anteilen der Prolaminfraktion am Gesamtlöslich-N, und bei stärkerer Erhöhung der Proteingehalte - etwa durch zusätzliche Stickstoffgaben - erhöhen diese Genotypen die Prolamineinlagerung deutlich weniger stark als andere Genotypen der gleichen Art, so daß sich vor allem auch bei N-düngungsbedingt hohen Gesamtproteingehalten sehr wesentliche Unterschiede in den Anteilen und damit in den Relationen zwischen den einzelnen Proteinfraktionen ergeben. Und so ergibt sich die Tatsache, daß bestimmte Sorten bei weit höheren Gesamtproteingehalten im Korn einen Prolaminanteil aufweisen, den andere Sorten bereits bei wesentlich niedrigeren Gesamtproteingehalten erreichen oder sogar überschreiten. Legt man zu Grunde, daß die in der Literatur immer wieder festgestellten großen Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung der einzelnen Fraktionen tatsächlich gegeben sind, so müßten zwischen den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten modernen Hochleistungssorten auch gewisse Unterschiede in der Aminosäurezusammensetzung des Gesamtproteins und daraus resultierend eventuell auch eine unterschiedliche Biologische Wertigkeit gegeben sein. Der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte orientierende Fütterungsversuch (Kükenwachstumstest) deutet zumindest in diese Richtung; es müssen jedoch exakte umfangreichere Tierversuche zu dieser Frage angestellt werden.

Unter den hier untersuchten Sorten sind es vor allem die Sommerweizensorten Stamm S, Arin und Kleiber und die Sommergerstensor-

ten Ingrid, quantum, Virga und Union, die sich durch eine relativ zu der Mehrzahl der Sorten der betreffenden Getreideart weniger starken Prolamineinlagerung ins Korn auszeichnen. Auch bei Hafer zeigen sich gewisse Sortenunterschiede in den Anteilen der einzelnen Proteinfractionen am Gesamt-löslich-N, jedoch erscheinen sie nicht so gravierend wie bei Weizen und Gerste, zumal im allgemeinen mit stark erhöhten Gesamtproteingehalten auch der Anteil der laugelöslichen Gluteninfraction am stärksten zunimmt. Diese genotypischen Unterschiede in den Proteinfractionen treten auch unter sehr unterschiedlichen Umweltbedingungen deutlich zu Tage, wie an Hand der Ergebnisse der Standortversuche im Rahmen dieser Arbeit belegt werden kann.

Eine zusammenfassende Betrachtung der errechneten Lysinwerte einerseits und der bei einigen Sorten analytisch ermittelten Lysingehalte im Ganzkornprotein andererseits führt zu folgendem Ergebnis:

Die auf Grund der Ergebnisse der Eiweißfraktionierung mit Hilfe der in der Literatur mitgeteilten Lysingehalte für die einzelnen Proteinfractionen errechneten Lysinwerte stimmen bei Weizen in etwa mit den analytisch ermittelten Lysingehalten des Gesamtproteins überein. Sie liegen bei 2,5-2,8%. Bei durch zusätzliche Stickstoffdüngung stark erhöhten Rohproteingehalten, bei denen die lysinarme Prolaminfraktion besonders stark ansteigt, nehmen sowohl die errechneten Lysinwerte als auch die analytisch ermittelten Lysingehalte zunächst deutlich ab; bei weiter stark erhöhten Proteingehalten tritt jedoch keine weitere wesentliche Verminderung der Lysingehalte am Gesamtprotein ein, was, wie bereits erwähnt wurde, seinen Grund darin zu haben scheint, daß die Konstitutionseisweiße im Bereich höherer Proteingehalte noch einmal stärker zunehmen als bei einer gleichen Erhöhung im Bereich niedrigerer Rohproteingehalte. Ähnlich gut ist die Parallelität zwischen den errechneten Lysinwerten und den analytisch ermittelten Lysingehalten für Sorten, die sich in ihren Proteinfractionen deutlich unterscheiden. So liegen die analytisch ermittelten Lysingehalte für Proben der Sorte Stamm S und Arin bei vergleichbarem Rohproteingehalt deutlich höher als für Proben

der Sorten Adler und Janus - wie das auch bei den errechneten Lysinwerten der Fall ist. Selbst wenn doch gewisse Unterschiede im Lysingehalt der einzelnen Fraktionen verschiedener Sorten bestehen sollten, worauf die im Literaturteil erwähnten elektro-phoretischen Arbeiten über Getreideproteine z.T. hinweisen, sind diese zumindest in den vorliegenden Fällen so gering, daß die an Hand der Fraktionenzusammensetzung herausgestellten Sortenunterschiede erhalten bleiben. Damit ist der Beweis erbracht, daß es innerhalb des hier untersuchten Probenmaterials tatsächlich deutliche Unterschiede im Lysingehalt der verschiedenen Sommerweizensorten gibt, zwar betragen diese Unterschiede nur einige Prozent; die Unterschiede sind jedoch groß genug, um bei Neuzüchtungen und auch bei der Erzeugung von Futterweizen Beachtung zu finden. Besonders interessant müßte es sein (analog zu Opaque II- und Flowery II-Mais) auch bei unseren Getreidearten Sorten zu züchten, die neben einer veränderten Fraktionenzusammensetzung (Rückgang der Prolaminfraktion zu Gunsten der ernährungsphysiologisch wertvolleren anderen Fraktionen) auch in den einzelnen Fraktionen höhere Lysingehalte gegenüber den Normalsorten aufweisen.

Anders als bei Weizen sieht es hinsichtlich der errechneten Lysinwerte einerseits und der analytisch ermittelten Lysingehalte andererseits bei der Gerste aus. Hier liegen die analytisch ermittelten Lysingehalte mit Werten um 3,5% wesentlich höher als die errechneten Lysinwerte, die im Mittel um 2,5% liegen. Die Ursachen für dieses Nichtübereinstimmen können im folgenden liegen: Entweder sind die in der Literatur angegebenen Lysingehalte für die einzelnen Gerstenfraktionen nicht zutreffend; vor allem könnte der der Berechnung zu Grunde gelegte Lysingehalt der alkohollöslichen Prolaminfraktion zu niedrig sein. Oder aber die bei der Proteinfraktionierung immer wieder verbleibende sehr hohe Rest-N-Fraktion weist bei Gerste einen relativ hohen Lysingehalt auf, der ja aber keine Berücksichtigung bei den errechneten Lysinwerten finden konnte. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es aus technischen Gründen leider nicht mehr möglich, diese Frage ausreichend zu klären. Die Arbeiten hierfür sind jedoch inzwischen angelaufen und lassen in Kürze Aufschluß darüber erwarten,

wie die Lysingehalte in den einzelnen Fraktionen der hier untersuchten Gerstensorten tatsächlich sind, und warum sich eine so große Diskrepanz zwischen den an Hand von Literaturunterlagen errechneten und den analytisch tatsächlich ermittelten Lysingehalten bei Gerste ergibt.

Abgesehen von dieser Diskrepanz ergibt sich für die sortenbedingten und die düngungsbedingten Unterschiede im Lysingehalt bei Gerste ein ähnliches, wenn auch nicht immer so klares Bild wie bei Weizen. Vor allem bei den hier untersuchten Proben der Sorte Ecki steigen die Aminosäuregehalte in der Korn-TM nicht entsprechend der Zunahme im Rohproteingehalt, was jeder Erwartung widerspricht. Mit steigenden Rohproteingehalten müßten vor allem die Gehalte der bevorzugt in der Prolaminfraktion vorhandenen Aminosäuren Prolin und Glutaminsäure zunehmen. Daß dies bei Variante Ecki 2 gegenüber Variante Ecki 1 nicht der Fall ist, läßt daran zweifeln, daß die gefundenen Werte bei diesen beiden Proben oder zumindest bei einer dieser Proben den tatsächlichen Gegebenheiten entsprechen. Bei den übrigen hier untersuchten Gerstenvarianten zeigen sich jedoch mehr oder weniger klare Anstiege der Aminosäuregehalte in der Korn-TM bei erhöhten Rohproteingehalten und in den meisten Fällen eine leichte Abnahme in den Lysingehalten bezogen auf das Rohprotein. Damit werden innerhalb ein und derselben Sorte ähnlich wie beim Weizen Parallelen zwischen den Ergebnissen der Proteinfractionierungen bzw. der daraus errechneten Lysinwerte einerseits und den analytisch ermittelten Lysingehalten andererseits gefunden.

Einer besonderen Beachtung bedürfen nun aber die zwischen den einzelnen Sorten gefundenen Unterschiede in den Lysingehalten bezogen auf den Rohproteingehalt. Für die Sorten Ingrid und Ecki ergeben sich bei vergleichbaren Rohproteingehalten recht deutliche Unterschiede im Lysingehalt, die auch den Unterschieden in den Ergebnissen der Proteinfractionierungen entsprechen (niedrigerer Prolaminanteil und höherer Lysingehalt bei Ingrid, höherer Prolaminanteil und niedrigerer Lysingehalt bei Ecki). Völlig widersprüchlich hierzu sind die für die Sorte Quantum gefundenen Lysinwerte; denn auch für diese Sorte wurde ein relativ niedriger Anteil der Prolaminfraktion ermittelt. Sollten sowohl

die Ergebnisse der Proteinfractionierungen einerseits als auch die Ergebnisse der analytischen Aminosäurenbestimmung richtig sein, so müßten sich die einzelnen Gerstengenotypen in der Zusammensetzung ihrer Proteinfractionen oder aber in der Löslichkeit ihrer Proteine wesentlich unterscheiden. Es muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben zu klären, inwieweit sich die - hier zunächst als widersprechend angesehenen - Ergebnisse der Proteinfractionierungen und der Aminosäurenbestimmung den tatsächlich gegebenen Verhältnissen entsprechen oder diese Widersprüche auf Unzulänglichkeiten der Probenahme, der Probenaufbereitung oder der Analytik beruhen.

Interessant erscheinen in diesem Zusammenhang die an den zwei Proben der Hafersorte Arnold ermittelten Aminosäuregehalte. Mit erhöhtem Rohproteingehalt liegen die Aminosäuregehalte in der Korn-TM in jedem Falle erhöht. Die Lysingehalte bezogen auf Rohprotein liegen mit 4,00% wiederum höher als die im Rahmen der vorliegenden Arbeit errechneten Lysingehalte für Hafer (bei ca. 3,2%). Dies deutet darauf hin, daß die den errechneten Lysinwerten zu Grunde gelegten Lysingehalte der einzelnen Haferfraktionen offenbar zu niedrig sind, so daß die errechneten Lysinwerte zu niedrig ausfallen. Die gefundenen Tendenzen dürften dadurch jedoch in keinem Falle verfälscht sein. Ganz besonders wichtig erscheint aber der Hinweis darauf, daß der Lysingehalt im Haferprotein trotz sehr stark durch zusätzliche Stickstoffdüngung erhöhte Rohproteingehalte praktisch nicht abnimmt, wie das auch bereits in der Literatur berichtet wird. Dieses Ergebnis stimmt weitestgehend überein mit den Ergebnissen der Proteinfractionierungen, wobei zu beachten ist, daß bei fast allen untersuchten Hafersorten bei düngungsbedingt erhöhtem Rohproteingehalt die Prolaminanteile sich kaum verändern oder leicht abnehmen, während die wasserlösliche Fraktion deutlich abnimmt und die laugelösliche Fraktion gleichzeitig stark zunimmt. Vor allem müssen die bei Hafer gefundenen Werte aber auch anlaß dafür sein, mit besonderem Nachdruck darauf hinzuweisen, wie wesentlich höher die Lysingehalte im Haferprotein liegen als beim sehr viel lysinärmeren Weizen und auch bei der eine Mittelstellung einnehmenden Gerste. Es unterstreicht dies die Bedeutung des Hafers für die Erzeugung höherwertiger Getreideproteine, zumal eben

auch bei sehr starker Erhöhung der Proteingehalte im Korn durch zusätzliche Stickstoffdüngung die Lysingehalte nicht oder nur unwesentlich verringert werden, so daß das durch die zusätzliche Stickstoffdüngung mehr erzeugte Eiweiß auch entsprechend mehr Lysin in die Futterration bringt - wesentlich mehr, als dies bei Gerste und ganz besonders bei Weizen der Fall ist.

Abschließend soll nunmehr die Frage diskutiert werden, welche Bedeutung die im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Unterschiede in den Rohproteingehalten und in der Proteinzusammensetzung für die Praxis haben könnte. Es soll hierzu ein Berechnungsbeispiel für die Fütterung von Schweinen gewählt und die möglichen Unterschiede an Hand von Getreideproben mit düngungsbedingt verschieden hohen Rohproteingehalten dargestellt werden (für sortenbedingte Unterschiede gilt Analoges).

Die Berechnung basiert auf folgenden durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit und durch Angaben in der Literatur gestützte Tatsachen:

Bei einer Erhöhung des Rohproteingehaltes bei Gerste von 10,0 auf 14,0% erhöht sich auch die wahre Verdaulichkeit des Rohproteins um einige %, je kg Gerste kann bei 10% Rohprotein mit einer Menge von ca. 80g verdaulichem Rohprotein gerechnet werden, bei 14% Rohprotein in der Gerste mit ca. 116g verdaulichem Rohprotein. Gleichzeitig nimmt die Gesamtnährstoffmenge nur unbedeutend von ca. 0,73 kg auf 0,71 kg GN ab. Der Lysingehalt kann bei 10% Rohprotein im Gerstenkorn bei bestimmten Sorten ca. 3,8% des Rohproteins betragen, bei 14% Rohprotein ca. 3,4%. Daraus ergibt sich ein Gehalt von 3,80 g Lysin/kg Korn-TM bei 10% Rohproteingehalt bzw. 4,76 g Lysin/kg Korn-TM bei 14% Rohproteingehalt. Gleichzeitig steigt wiederum die Lysinverdaulichkeit um einige % an (nach Angaben in der Literatur in diesen Bereichen etwa von 72% auf ca. 75%). Hieraus ergibt sich eine Menge von 2,74g verfügbarem Lysin/kg Korn-TM bei 10% Rohprotein und von 3,57g/kg Korn-TM bei 14% Rohprotein. In nachfolgender Übersicht sind die entsprechenden Werte noch einmal zusammengefaßt wiedergegeben. (siehe nächste Seite).

Übersicht über den Einfluss erhöhter Rohproteingehalte auf einige Futterwert-Merkmale bei Sommergerste

Getreideart u. N-Düngungsstufe	Rohprotein- Gehalt (% TM)	Rohprotein- verdaulichkeit (%)	VRP g/kg	Lysin- Gehalt (% i.RP)	Lysin- Gehalt (g/kg Korn-TM)	Lysinver- daulichkeit (%)	verfügbares Lysin (g/kg Korn-TM)
Sommergerste N ₁	10,0=100	80	80	3,80	3,80	72	2,74
Sommergerste N ₂	14,0=140	83	116	3,40	4,76	75	3,57

Stellt man diese Gehalte der Gerste dem Nährstoffbedarf beim Schwein gegenüber, so ergibt sich folgendes Bild: Der Nährstoffbedarf beim wachsenden Schwein beträgt:

	vRP g	GN kg	vRP:GN	Gesamt- Lysin g
bei 55-75 kg Lebendgewicht	160-240	1,2-1,6	1:7	ca. 12

Dem steht folgender Futterwert der Gerste gegenüber:

2,0 kg Korn-TM enthalten	vRP g	GN kg	Gesamt- Lysin g	verfügbares Lysin g
bei 10,0% RP	ca. 160	ca. 1,46	7,00	2,48
bei 14,0% RP	ca. 220	ca. 1,42	9,52	7,14

Der durch zusätzliche Stickstoffdüngung stark erhöhte Rohprotein-gehalt bei Gerste könnte demnach - trotz Verringerung der Biolo-gischen Wertigkeit des Eiweißes - eine wesentliche Verbesserung des Futterwertes des Getreidekornes bedingen. Er könnte zu einer weit besseren mengenmäßigen Versorgung der Tiere mit Protein ins-gesamt führen und auch zur wesentlich besseren Versorgung mit den wichtigsten begrenzenden Aminosäuren - hier z.B. Lysin, bei dem die Differenzmenge von Zufuhr zu Bedarf einmal 12,0 g-7,6 g = 4,4 g bei der Gerste mit nur 10% Rohproteingehalt und zum an-deren nur 12,0 g-9,52 g = 2,48 g bei der Gerste mit 14,0% Roh-protein pro Tag beträgt. Berücksichtigt man auch die bessere Lysinverdaulichkeit, so sieht das Bild bei Zugrundelegung der Gerste mit hohem Rohproteingehalt noch etwas günstiger aus. Geht man schließlich von den beim Hafer gefundenen Daten aus, so lie-gen die Verhältnisse noch günstiger (wobei allerdings Spelzen-gehalt bzw. Entspelzung berücksichtigt werden müssen).

Dies zeigt, daß die notwendige Menge an eiweißreichen Ergänzungsfuttermitteln zu einem nicht unbedeutenden Teil herabgesetzt werden könnte, wenn durch entsprechende Sortenwahl und Stickstoff-versorgung des Getreides ein echtes Qualitätsfuttergetreide er-zeugt wird. Und was hier für die Tierfütterung in der Beispiels-

berechnung dargestellt ist, kann grundsätzlich in einem ersten
bzw. Bedarfsfällen auch für die Ernährung des Menschen gelten.

6. UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE MINERALSTOFFGEHALTE

6.1. K-, Na-, Mg-, Ca- und I-Gehalte

6.1.1. Material und Methodik

Die Untersuchungen über die Mineralstoffgehalte, im Rahmen derer vor allem geprüft werden sollte, ob deutliche Sortenunterschiede unter verschiedenen Standort- und Düngungsbedingungen gegeben sind, wurden an Proben von Sorten-Standort-Düngungsversuchen mit Sommerweizen, Sommergerste und Hafer durchgeführt. Im einzelnen handelt es sich um Proben aus den im Abschnitt "4. Untersuchungs-material" unter V4, V5, V7, V8 und V11 aufgeführten Versuchsserien.

Die Bestimmung der Mineralstoffe Kalium, Calcium, Natrium und Magnesium erfolgte flammenphotometrisch, die des Gesamtphosphorgehaltes kolorimetrisch. Dazu wurden je 5 g Ganzkornschrot in einem Porzellantiegel 10-12 Stunden bei 550°C im Muffelofen verascht, anschließend mit 20%iger Salpetersäure aufgenommen und zum Sieden erhitzt. Dann wurde der Tiegelinhalt quantitativ in 100 ml-Kölbchen überspült, zur Marke aufgefüllt, umgeschüttelt und filtriert. Im Filtrat wurden die Kationen direkt im "Eppendorf Flammenphotometer" bei der betreffenden Wellenlänge gemessen. Der erhaltene Magnesiumwert mußte um den durch die Elemente Kalium und Natrium bedingten Störeffekt korrigiert werden. Aus einer nach gleicher Vorschrift erhaltenen Eichkurve wurden die Mineralstoffgehalte errechnet. Für die Phosphorbestimmung wurde nach dem Filtrieren ein aliquoter Teil abgenommen, mit VM-Reagenz (Mischung von 20%iger HNO_3 , 0,25%iger AmmoniumvanadatLösung und 5%iger AmmoniummolybdatLösung im Verhältnis 1:1:1) versetzt und nach Vollentwicklung der Farbe die Extinktion im Kolorimeter gemessen.

6.1.2. Ergebnisse

a. Sommerweizen-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V4)

Die an den Proben der sechs in jeweils drei N-Düngungsstufen auf vier Standorten geprüften Sommerweizensorten ermittelten Mineralstoffgehalte in mg/100g Korn-TM sind in den Tabellen 43-47 zu-

Tabelle 5: Kallium-Gehalte der Sommerweizen - Erträge von Sorte, Standort und -Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Hungen			K-Gehalt (mg/100g Korn-TM)			Lindenholzhausen			Rothenmann		
	N ₁ N ₂ N ₃ M			Stubenwald			N ₁ N ₂ N ₃ M			N ₁ N ₂ N ₃ M		
	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M
Janus	449	434	459	447	495	500	500	498	515	526	546	529
Fleiber	515	517	503	512	562	558	551	557	508	503	519	510
Kolibri	464	475	464	468	515	507	515	512	501	505	520	509
Opal	484	484	494	487	535	536	557	543	569	573	574	572
Sirius	492	476	486	485	534	536	552	541	565	546	563	558
Solo	495	494	501	497	576	613	635	608	532	541	541	538
Mittel	483	480	485	483	536	542	552	543	532	532	544	536

x) N₁ = 80+0+0 kg/ha N; N₂ = 80+40+0 kg/ha N; N₃ = 80+40+40 kg/ha N

sammengestellt. Im einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Die Kalium-Gehalte (Tabelle 43) liegen im Mittel der sechs Sorten und der drei Düngungsstufen auf den einzelnen Standorten sehr verschieden. Auf Standort Rothemann liegt der Mittelwert mit 566 mg am höchsten, auf Standort Hungen mit 483 mg am niedrigsten. Die beiden Standorte Stubenwald und Lindenholzhausen nehmen mit 543 bzw. 536 mg eine Mittelstellung ein.

Auch zwischen den sechs geprüften Sorten ergeben sich deutliche Unterschiede. Im Mittel der vier Standorte und der drei Düngungsstufen weisen die Sorten Solo mit 555 und Opal mit 552 mg die höchsten K-Gehalte auf, während die Sorten Janus und Kolibri mit 501 bzw. 506 mg die niedrigsten Werte aufweisen. Betrachtet man die K-Gehalte der einzelnen Sorten auf den verschiedenen Standorten, so ergeben sich die nachstehenden Rangfolgen (geordnet nach fallenden Werten im Mittel der drei Düngungsstufen):

	Hungen	Stubenwald	Lindenholzhausen	Rothemann	Mittel
1.	Kleiber	Solo	Opal	Opal	Solo
2.	Solo	Kleiber	Sirius	Kleiber	Opal
3.	Opal	Opal	Solo	Solo	Kleiber
4.	Sirius	Sirius	Janus	Sirius	Sirius
5.	Kolibri	Kolibri	Kleiber	Kolibri	Kolibri
6.	Janus	Janus	Kolibri	Janus	Janus

Aus dieser Aufstellung geht hervor, daß die Sorten Janus und Kolibri auf allen vier Standorten sehr niedrige Kalium-Gehalte aufweisen. Bei den Sorten mit den höchsten Kalium-Gehalten (Solo, Opal, Kleiber) ist die Rangfolge auf den verschiedenen Standorten nicht so klar gegeben; sie liegen aber abwechselnd immer auf Rang 1-3 (mit Ausnahme auf Standort Lindenholzhausen). Insgesamt gesehen lassen sich also deutliche Sortenunterschiede erkennen.

Über den Einfluß steigender Stickstoffgaben läßt sich folgendes ablesen: Während die Kalium-Gehalte im Mittel der sechs Sorten auf Standort Hungen keine deutlichen Düngungseinflüsse erkennen lassen, ist auf den übrigen drei Standorten eine Tendenz zu erhöhten K-Gehalten in der Korn-TM mit steigenden Stickstoffgaben zu erkennen.

Tabelle 44: Natrium-Gehalte bei Sommerweizen - Einfluss von Sorte, Standort und Düngung - Versuchsreihe 1971

Sorten	Hunger			Na-Gehalt (mg/100g Korn-TM)			Stubenwald			Lindenholzhausen			Rothemann			Gesamt-N
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	
Janus	4,4	4,2	4,5	4,4	4,9	5,4	5,3	4,5	4,3	4,6	4,5	4,5	5,0	5,3	4,6	5,0
Kleiber	7,9	5,6	7,4	7,0	6,1	5,5	5,7	6,0	6,2	6,6	6,3	6,3	6,9	6,7	6,6	6,7
Kolibri	4,8	4,5	4,4	4,6	4,9	4,3	4,4	4,5	5,0	5,7	5,0	5,2	5,1	4,9	5,3	5,1
Opal	5,0	5,9	4,5	5,1	5,5	5,5	5,3	5,4	6,5	6,0	6,1	6,2	5,5	4,9	5,4	5,2
Sirius	4,4	5,3	4,9	4,9	5,7	5,5	5,1	5,4	4,8	5,8	5,0	5,2	5,0	5,6	6,0	5,5
Solo	5,3	5,5	5,3	5,4	4,9	7,0	6,9	6,3	6,4	5,4	4,8	5,5	5,7	6,3	5,5	5,8
Mittel	5,3	5,2	5,2	5,2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,6	5,4	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5

x) N₁ = 80+0+0 kg/ha N; N₂ = 80+40+0 kg/ha N; N₃ = 80+40+40 kg/ha N

Tabelle 45: Magnesium-Gehalte bei Sommerweizen - Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung -
versuchsreihe 1/71

Sorten	Hunger			Mg-Gehalt (mg/100g Korn-TM)						Lindenholzhausen			Rothenmann			Gesamt- Fülle
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	N ₁	N ₂	N ₃	
Janus	137	144	146	142	125	137	134	135	125	124	134	128	119	136	137	131
Kleiber	136	138	134	136	136	139	141	139	133	132	137	134	127	139	144	137
Kolibri	144	143	144	144	150	146	132	149	144	143	145	144	142	149	148	146
Opal	142	140	138	140	141	137	145	141	161	128	132	140	127	139	146	137
Sirius	136	140	139	138	140	140	149	143	139	134	141	138	130	139	134	134
Solo	151	150	149	150	141	147	157	148	136	141	146	141	136	148	149	144
Mittel	141	143	142	142	141	141	146	143	140	134	139	138	130	142	143	138

Die Natrium-Gehalte (Tabelle 44) liegen auf Standort Hungen mit 5,2 mg in der Tendenz etwas niedriger als auf den übrigen drei Standorten, wo die Mittelwerte jeweils bei 5,5 mg liegen.

Demgegenüber lassen sich sehr deutliche Sortenunterschiede erkennen. Im Mittel der vier Standorte und der drei Düngungsstufen liegt die Sorte Kleiber mit 6,4 mg an der Spitze. Auch auf drei der vier Standorte nimmt diese Sorte im Mittel der drei Düngungsstufen jeweils den ersten Rang und auf einem Standort (Stubenwald) den zweiten Rang ein. An zweiter Stelle liegt im Mittel aller Standorte und Düngungsvarianten die Sorte Solo. Die niedrigsten Na-Gehalte weisen in allen Fällen die Sorten Janus und Kolibri auf (4,8 bzw. 4,9 mg im Mittel der Standort- und Düngungsvarianten). Es zeichnen sich also auch bei Natrium deutliche Sortenunterschiede ab.

Eine klare Tendenz über den Einfluß steigender N-Gaben auf die Na-Gehalte im Korn zeichnet sich hier nicht ab.

Die Magnesium-Gehalte (Tabelle 45) lassen im Mittel der Sorten und Düngungsvarianten keine großen Standortunterschiede erkennen. Für die Standorte Hungen und Stubenwald ergeben sich Mittelwerte von 142 bzw. 143 mg, für die beiden Standorte Lindenholzhausen und Rothemann von jeweils 138 mg.

Deutlichere Differenzen ergeben sich im Mittel der Standort- und Düngungsvarianten für die einzelnen Sorten. Mit 146 mg liegen die beiden Sorten Solo und Kolibri eindeutig an der Spitze; auch auf den einzelnen Standorten nehmen sie jeweils Rang 1 oder 2 ein. Die Sorte Janus weist mit einem Mittelwert von 134 mg den niedrigsten Mg-Gehalt im Korn auf; auch auf drei der vier Standorte liegt sie im Mittel der drei Düngungsstufen jeweils am niedrigsten. Deutliche Sortenunterschiede sind demnach auch beim Magnesium-Gehalt gegeben.

Der Einfluß der steigenden N-Gaben ist nur auf Standort Rothemann zwischen Düngungsstufe N_1 und Düngungsstufe N_2 sehr deutlich. Der Mg-Gehalt nimmt hier von 130 mg auf 143 mg zu. In den übrigen Fällen sind nur geringe bzw. keine Veränderungen festzustellen.

Die Calcium-Gehalte (Tabelle 46) lassen deutliche Standortunter-

Tabelle 46: Calcium-Gehalte bei Sommerweizen - Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971

Sorten	xHungen x) N ₁ N ₂ N ₃ M		Ca-Gehalt (mg/100g Korn-Th)												Lindenholzhausen												Rottemann												Gesamt- Mittel
			Stubenwald				Lindenholzhausen				Lindenholzhausen				Lindenholzhausen				Lindenholzhausen				Lindenholzhausen				Lindenholzhausen												
			N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M													
Janus	66	65	65	65	70	71	71	71	67	70	71	69	58	62	65	62	67	69	67																				
Kleiber	67	71	71	70	71	72	70	71	63	66	70	66	65	66	70	67	69	66	68																				
Kolibri	61	65	61	62	66	67	70	68	65	65	64	65	56	59	57	57	63	68	70																				
Opal	64	66	69	66	74	78	66	73	70	70	63	68	62	67	69	66	68	70	73																				
Sirius	66	71	68	68	75	75	64	71	72	75	73	73	60	73	71	68	70	73	74																				
Solo	71	75	71	72	76	82	68	75	74	76	75	75	63	73	74	70	73	74	70																				
Mittel	66	69	68	68	72	74	68	71	69	70	69	69	61	67	68	65	68	65	68																				

x) N₁ = 80+0+0 kg/ha N; N₂ = 80+40+0 kg/ha N; N₃ = 80+40+40 kg/ha N

Tabelle 47: Phosphor-Gehalte bei Sommerweizen - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	P-Gehalt (mg/100g Korn-TM)																Gesamt- Mittel
	Hungerf.				Stubenwald				Lindenholzhausen				Rothemann				
	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Janus	459	455	470	461	455	411	453	440	464	462	475	467	431	459	473	454	456
Kleiber	382	391	378	384	425	411	419	418	407	405	413	408	447	456	465	456	417
Kolibri	411	427	405	414	447	428	450	442	435	446	455	445	404	425	414	414	429
Opal	456	420	433	436	445	434	431	437	452	448	463	454	425	454	419	425	430
Sirius	403	413	383	400	440	428	427	432	450	433	446	443	425	452	451	443	430
Solo	468	444	432	448	468	447	450	455	461	472	481	471	462	486	491	480	464
Mittel	430	425	417	424	447	427	438	437	444	444	456	448	432	452	452	445	

x) N₁ = 80+0+0 kg/ha N; N₂ = 80+40+0 kg/ha N; N₃ = 80+40+40 kg/ha N

schiede erkennen. Der Mittelwert für Standort Stubenwald liegt mit 71 mg am höchsten, der Mittelwert von Standort Rothemann mit 65 mg am niedrigsten. Die beiden Standorte Hungen und Lindenholzhausen nehmen mit 68 mg bzw. 69 mg eine Mittelstellung ein.

Noch deutlicher als die Standortunterschiede treten Sortenunterschiede zu Tage. Die Sorte Solo weist im Mittel aller Standort- und Düngungsvarianten mit einem Ca-Gehalt von 73 mg den höchsten Wert auf; sie liegt auch im Mittel der drei Düngungsstufen auf jedem der vier Standorte jeweils an erster Stelle im Ca-Gehalt der Korn-TM. Den niedrigsten Ca-Gehalt weist im Mittel aller vier Standorte und auf jedem Einzelstandort die Sorte Kolibri auf. Sie erreicht im Mittel aller Standort- und Düngungsvarianten einen Ca-Gehalt von 63 mg. Die übrigen Sorten nehmen mit Mittelwerten zwischen 67 und 70 mg eine Mittelstellung ein. Insgesamt lassen sich auch für den Ca-Gehalt in der Korn-TM klare Sortenunterschiede erkennen.

Der Einfluß steigender N-Gaben ist wiederum auf Standort Rothemann angedeutet, wo die Gehalte von Düngungsstufe N_1 (61 mg) zu Düngungsstufe N_2 (67 mg) sehr deutlich ansteigen. Auch auf Standort Hungen ist in der Tendenz ein solcher Anstieg zu verzeichnen.

Die Phosphor-Gehalte (Tabelle 47) lassen im Mittel der Sorten- und Düngungsvarianten gewisse Standortunterschiede erkennen. Die Mittelwerte liegen mit 448 mg bzw. 445 mg für die Standorte Lindenholzhausen und Rothemann am höchsten und mit nur 424 mg für Standort Hungen am niedrigsten. Der Standort Stubenwald nimmt mit 437 mg eine Mittelstellung ein.

Zwischen den Sorten ergeben sich wiederum im Mittel der Standort- und Düngungsvarianten sehr deutliche Unterschiede. Die Sorte Solo nimmt mit 464 mg den ersten Platz ein. Sie steht auch auf drei der vier Standorte jeweils an erster Stelle. An zweiter Stelle liegt im Mittelwert die Sorte Janus mit 456 mg. Sie nimmt diesen Rang auch auf drei der vier Standorte ein und liegt auf Standort Hungen einmal vor Solo an erster Stelle. Den weitaus niedrigsten Phosphatgehalt weist die Sorte Kleiber mit einem Mittelwert von nur 417 mg auf. Sie liegt auch auf drei der vier Standorte jeweils an letzter Stelle, allerdings auf Standort Rothemann an

zweiter Stelle. Die Sorten Kolibri, Sirin und ... in Mittelwerten von 426-438 mg eine Mittelstellung ein.

Insgesamt lassen sich also auch für den Phosphatgehalt klare Sortenunterschiede erkennen.

Der Einfluß der steigenden N-Düngung ist auf den vier Standorten im Mittel der sechs geprüften Sorten sehr unterschiedlich. Auf Standort Rothemann ergibt sich eine Steigerung des P-Gehaltes von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_2 (von 432 mg auf 452 mg). Auf Standort Lindenholzhausen ist die Tendenz zu einer Erhöhung im Phosphatgehalt von Düngungsstufe N_2 zu Düngungsstufe N_3 gegeben und auf Standort Stubenwald erfolgt von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_2 ein deutlicher Abfall, von Düngungsstufe N_2 zu Düngungsstufe N_3 jedoch wieder ein Anstieg im Phosphatgehalt. Auf Standort Hungen erfolgt durch steigende N-Düngung eine leichte Abnahme im Phosphatgehalt.

Insgesamt gesehen ist der Einfluß einer steigenden N-Düngung auf die Phosphatgehalte im Korn auf den verschiedenen Standorten unterschiedlich, bei den verschiedenen Sorten jedoch relativ einheitlich.

b. Sommergersten-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1967 und 1968 (V5)

Die an den Proben der sechs in jeweils vier Düngungsstufen in zwei Versuchsjahren auf je zwei Standorten geprüften Sommergerstensorten ermittelten Mineralstoffgehalte sind in den Tabellen 48-52 zusammengestellt.

Die Kalium-Gehalte (Tabelle 48) liegen im Mittel der Sorten und der Düngungsstufen auf den beiden Standorten unterschiedlich. Im Jahre 1967 liegt der Mittelwert auf Standort Gießen mit 576 mg/100g Korn-TM deutlich niedriger als auf Standort Groß-Gerau mit 610 mg; im Versuchsjahr 1968 liegt der Mittelwert auf Standort Gießen mit 612 mg deutlich höher als im Vorjahr und sehr viel höher als auf Standort Groß-Gerau, wo 1968 nur ein Mittelwert von 495 mg erreicht wird.

Die einzelnen Sorten lassen im Mittel der Düngungsstufen und der

Tabelle 48: Kalium-Gehalte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuchsreihe 1967 und 1968

Dünggs- Sorte stufe	K-Gehalt (mg/100g Korn-TW.)									
	1967					1968				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M
Gießen										
Gerda	639	615	672	621	637*	603	674	721	672	1668
Impala	550	559	554	529	548	579	544	637	596	1589
Ingrid	568	600	574	562	576	593	627	682	670	1643
Nackta	552	541	539	522	539	551	543	574	534	1550
Nota	589	602	586	555	583	594	598	645	655	1625
Union	577	567	592	556	573	539	600	607	649	1599
Mittel	579	581	586	556	576	577	598	644	629	1612
Groß-Gerau										
Gerda	616	652	661	647	1644	512	532	524	527	1524
Impala	583	605	589	622	1595	479	453	460	468	1465
Ingrid	598	639	655	717	1652	494	479	551	528	1513
Nackta	505	508	556	544	1528	499	486	450	452	1472
Nota	593	615	658	621	1637	496	529	507	460	1498
Union	567	591	607	635	1600	488	532	478	507	1501
Mittel	577	612	618	631	1610	495	502	495	490	1495

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+40 kg/ha N

Versuchsjahre ebenfalls sehr deutliche Unterschiede erkennen. Trotz der z.T. beträchtlichen Unterschiede in den absoluten Gehalten in Abhängigkeit von Standort und Versuchsjahr ergibt sich eine klare Abstufung zwischen den Sorten, wobei die Rangfolge in Mittel der beiden Versuchsjahre auf beiden Standorten sogar die gleiche ist. An der Spitze liegt die Sorte Gerda mit Mittelwerten aus beiden Versuchsjahren von 653 mg (Standort Gießen) bzw. 584 mg (Standort Groß-Gerau); an zweiter Stelle liegt Ingrid mit 610 mg (Standort Gießen) bzw. 583 mg (Standort Groß-Gerau); den dritten und vierten Rang nehmen die Sorten Nota und Union ein; an fünfter Stelle - und damit an letzter unter den Spelzgersten - liegt Impala mit 569 mg (Standort Gießen) bzw. 530 mg (Standort Groß-Gerau). Die Nacktgerstensorte Nackta weist mit Mittelwerten von 545 mg (Standort Gießen) bzw. 500 mg (Standort Groß-Gerau) die niedrigsten Kaliumwerte unter den sechs hier geprüften Sorten auf. Die Differenz im Kalium-Gehalt der Korn-TM beträgt zwischen der K-reichsten und der K-ärmsten Spelzgerstensorte auf Standort Gießen mehr als 80 mg, was etwa 15% entspricht, auf Standort Gießen mehr als 50 mg, was etwa 10% entspricht. Die Rangfolge der einzelnen Sorten im Kalium-Gehalt geht aus folgender Aufstellung nochmals deutlich hervor:

M

	G i e ß e n		G r o ß - G e r a u		G i e ß e n + G r o ß - G e r a u
	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1967+1968</u>
1.	Gerda	Gerda	Ingrid	Gerda	Gerda
2.	Nota	Ingrid	Gerda	Ingrid	Ingrid
3.	Ingrid	Nota	Nota	Union	Nota
4.	Union	Union	Union	Nota	Union
5.	Impala	Impala	Impala	Nackta	Impala
6.	Nackta	Nackta	Nackta	Impala	Nackta

Neben Standort-, Jahres- und Sorteneinflüssen lassen sich auch gewisse Veränderungen im K-Gehalt in Abhängigkeit von der variierten Stickstoffdüngung feststellen. Auf Standort Gießen liegen die K-Gehalte im Jahre 1967 in den Düngungsstufen N_1 - N_3 (579 bis 586 mg) auf gleicher Höhe und sind in Düngungsstufe N_4 , in der eine zusätzliche späte Stickstoffgabe zum Ährenschieben verabfolgt wurde, leicht erniedrigt (556 mg) im Mittel der sechs Sorten. Im Jahre 1968 ist eine sehr deutliche Erhöhung der K-Gehalte von Düngungsstufe N_1 über Düngungsstufe N_2 zu Düngungsstufe N_3 zu

Tabelle 49: Natrium-Gehalte bei Sommerferste - einfluss von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Dungung - Versuchsreihe 1967 und 1968

Sorte	Düngungs- stufe	Na-Gehalt (mg/100g Korn-TM)									
		1967					1968				
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M
Gießen											
Gerda		14,2	14,7	13,5	14,8	14,3	11,6	11,5	15,8	15,7	12,9
Impala		13,2	12,6	12,8	14,5	13,2	15,2	13,4	19,0	17,5	15,8
Ingrid		10,0	10,2	10,1	10,6	10,2	10,5	9,4	11,1	11,1	10,5
Nackta		11,0	11,8	9,8	10,6	10,8	8,8	8,7	9,2	9,3	9,0
Nota		9,0	9,3	8,4	9,8	9,1	8,4	8,1	8,5	10,0	8,8
Union		9,2	13,7	12,6	13,8	12,4	10,2	11,4	14,1	13,7	12,4
Mittel		11,1	12,1	11,2	12,3	11,7	10,5	10,4	13,0	12,9	11,7
Groß-Gerau											
Gerda		6,6	5,8	6,6	6,1	6,3	6,6	6,6	6,3	6,2	6,4
Impala		6,8	6,4	5,9	6,7	6,5	7,1	7,1	6,6	7,0	7,0
Ingrid		7,1	6,2	7,4	5,9	6,7	6,1	5,8	6,6	5,9	6,1
Nackta		4,6	4,5	5,7	4,8	4,9	6,5	5,5	5,2	5,7	5,7
Nota		5,5	5,4	5,7	5,5	5,5	5,5	5,4	5,3	4,9	5,3
Union		5,9	5,7	6,5	5,9	6,0	6,1	6,2	6,4	6,0	6,2
Mittel		6,1	5,7	6,3	5,8	6,0	6,3	6,1	6,1	6,0	6,1

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+40 kg/ha N

Tabelle 50: Magnesium-Gehalte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuchsreihe 1967 und 1968

Sorte	Düngs- stufe	1967						Mg-Gehalt (mg/100g Korn-TM)										1967/68				Gesamt- N ₄ Mittel
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	
Gießen																						
	Gerda	145	134	147	150	144		138	152	149	140	145		142	143	148	145	142	143	148	145	145
	Impala	139	132	133	131	134		136	122	135	127	130		138	127	134	129	132	127	134	129	132
	Ingrid	126	142	130	126	131		131	138	140	137	137		129	140	134	132	134	129	140	134	134
	Nackta	145	142	138	139	141		142	136	153	140	143		144	139	146	140	142	144	139	146	142
	Nota	140	142	146	135	141		142	140	147	141	143		141	141	147	138	142	141	147	138	142
	Union	136	146	141	148	143		151	144	134	141	143		144	145	138	145	144	145	138	145	143
	Mittel	139	140	139	138	139		140	139	143	138	140		140	139	141	138	140	139	141	138	140
Groß-Gerau																						
	Gerda	137	131	136	149	138		134	143	141	147	141		136	137	139	148	136	137	139	148	140
	Impala	141	159	123	128	133		133	112	130	124	125		137	125	127	126	129	137	125	127	126
	Ingrid	137	143	134	151	141		125	116	144	140	131		131	130	139	146	136	131	130	139	146
	Nackta	125	127	143	140	134		145	148	139	137	142		135	138	141	139	138	135	138	141	139
	Nota	142	142	132	135	138		136	142	132	126	134		139	142	132	131	136	139	142	132	131
	Union	136	127	146	131	135		131	140	127	132	135		134	134	137	132	134	134	137	132	134
	Mittel	136	135	136	139	137		134	136	136	134	135		135	134	136	137	135	134	136	137	136

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+0 kg/ha N.

erkennen (577-598-644 mg); in Düngungsstufe N_4 ist wiederum eine Tendenz zur Verringerung im Kaliumgehalt festzustellen (629 mg im Mittel der sechs Sorten). Auf Standort Groß-Gerau ergibt sich im Versuchsjahr 1967 eine leichte Zunahme im K-Gehalt der Korn-TM von Düngungsstufe N_1 bis Düngungsstufe N_4 (577-612-618-631 mg). Im Versuchsjahr 1968 treten in Abhängigkeit von der variierten Stickstoffdüngung auf Standort Groß-Gerau im Mittel der sechs Sorten praktisch keine Unterschiede auf. Die einzelnen Sorten reagieren auf die unterschiedliche Düngung z.T. etwas verschieden, worauf hier jedoch nicht im einzelnen eingegangen werden soll.

Die Natrium-Gehalte (Tabelle 49) lassen sehr große Standortunterschiede erkennen. Im Mittel der beiden Versuchsjahre, den sechs geprüften Sorten und den vier Düngungsvarianten liegt der Na-Gehalt auf Standort Gießen mit 11,7 mg fast doppelt so hoch wie auf Standort Groß-Gerau mit 6,1 mg. Diese klare Differenzierung ist auch in jedem einzelnen Versuchsjahr gegeben.

Auch zwischen den geprüften Sorten sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Die Na-reichsten Sorten weisen im Mittel der beiden Jahre und der Düngungsstufen auf Standort Gießen Gehalte um 14 mg auf, die N-ärmsten um 9-10 mg. Auf Standort Groß-Gerau liegen die entsprechenden Werte bei 6,8 bzw. 6,4 mg und 5,3 bzw. 5,4 mg. In Abhängigkeit von der variierten Stickstoffdüngung läßt sich auf Standort Gießen die Tendenz zu erhöhten Na-Gehalten bei erhöhter N-Düngung ablesen.

Die Magnesium-Gehalte (Tabelle 50) lassen weder in Abhängigkeit vom Standort, noch in Abhängigkeit von der Jahreswitterung noch in Abhängigkeit von der N-Düngung wesentliche Unterschiede erkennen; dagegen sind deutliche Sortendifferenzierungen festzustellen: Auf Standort Gießen liegen die Sorten Gerda, Union, Nota und Nackta mit Mittelwerten von 145-143 mg deutlich höher als die Sorten Impala und Ingrid mit Mittelwerten von 132-134 mg. Auch auf Standort Groß-Gerau ergibt sich für die Sorte Gerda mit 140 mg der höchste, für die Sorte Impala mit 129 mg der niedrigste Mg-Gehalt in der Korn-TM.

Die Calcium-Gehalte (Tabelle 51) lassen in den einzelnen Versuchsjahren Standortunterschiede erkennen. Im Mittel der sechs Sorten

Tabelle 51: Calcium-Gehalte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuchsreihe 1967 und 1968

Sorte	Düngungs- stufe	Ca-Gehalt (mg/100g Korn-TM)															
		1967						1968						1967/68			
		N ₁ (x)	N ₂ (x)	N ₃ (x)	N ₄ (x)	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	Gesamt- Mittel	
Gießen																	
	Gerda	71	68	72	76	72	59	62	64	65	63	65	65	68	71	68	
	Impala	73	71	74	80	75	64	61	65	65	64	69	66	70	73	70	
	Ingrid	64	67	67	70	67	57	58	61	62	60	61	63	64	66	64	
	Nackta	56	59	62	65	61	54	56	57	57	56	55	58	60	61	59	
	Nota	66	69	73	75	71	59	61	64	68	63	63	65	69	72	67	
	Union	67	71	75	62	69	59	63	60	66	62	63	67	68	64	66	
	Mittel	66	68	71	71	69	59	60	62	64	62	63	64	67	68	66	
Groß-Gerau																	
	Gerda	66	72	70	77	71	51	56	51	52	53	59	64	61	65	62	
	Impala	77	84	70	80	78	57	57	59	59	58	67	71	65	70	68	
	Ingrid	73	70	72	77	73	46	48	54	54	51	60	59	63	66	62	
	Nackta	60	61	66	73	65	49	50	49	46	49	55	56	58	60	57	
	Nota	71	78	75	77	75	55	58	61	57	58	63	68	68	67	67	
	Union	68	82	74	80	76	56	57	54	57	56	62	70	64	69	66	
	Mittel	69	75	71	77	73	52	54	55	54	54	61	65	63	66	64	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+40 kg/ha N

Tabelle 22: Phosphor-Gehalte bei Sommergerste - Einfluß von Sorte, Standort, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuchsreihe 1957 und 1958

Sorte	Düngungsstufe	P-Gehalt (mg/100g Korn-NW)													
		1967							1968						
		N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M			N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	M		
Gießen															
Gerda		388	412	475	438	428			427	476	465	430	450	408	444
Impala		438	427	429	446	435			423	389	417	400	407	431	408
Ingrid		372	420	389	371	388			384	420	423	411	410	378	420
Nackta		453	474	481	453	465			479	468	504	454	476	466	471
Nota		457	480	473	436	462			477	467	508	455	477	408	474
Union		439	441	474	448	451			461	461	430	448	450	450	451
Mittel		425	442	454	432	438			442	447	458	433	445	424	445
Groß-Gerau															
Gerda		413	421	391	452	419			413	436	419	454	431	413	429
Impala		402	432	380	422	409			393	368	401	405	392	398	400
Ingrid		381	416	403	441	410			354	368	400	413	381	368	392
Nackta		417	421	465	444	437			470	456	446	454	457	444	459
Nota		433	458	423	421	438			429	439	420	382	418	431	449
Union		403	407	458	430	420			403	422	392	421	410	403	415
Mittel		408	426	417	435	422			410	415	413	422	415	410	421

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 40+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N; N₄ = 40+40+40 kg/ha N

und der vier Düngungsstufen liegt der Ca-Gehalt 1967 auf Standort Gießen bei 69 mg, auf Standort Groß-Gerau bei 73 mg. Im Jahre 1968 liegen die Werte auf beiden Standorten niedriger; auf Standort Gießen wird ein Mittelwert von 62 mg erreicht; auf Standort Groß-Gerau ein solcher von nur 54 mg. Auch zwischen den Sorten sind deutliche Unterschiede zu erkennen. Unter den bespelzten Sorten liegt im Mittel der beiden Jahre und der Düngungsstufen die Sorte Impala mit 70 bzw. 68 mg auf beiden Standorten jeweils an der Spitze, während die Ca-ärmste Sorte auf Standort Gießen nur 64 mg (Ingrid) und auf Standort Groß-Gerau nur 62 mg (Ingrid und Gerda) erreicht.

In Abhängigkeit von der variierten Stickstoffdüngung ergibt sich in der Tendenz eine Erhöhung der Ca-Gehalte mit steigender Stickstoffdüngung, die teils deutlicher teils weniger deutlich ausgeprägt ist. Auf eine ins einzelne gehende Erörterung soll hier jedoch verzichtet werden.

Die Phosphor-Gehalte (Tabelle 52) weisen sehr deutliche Standortunterschiede auf. In beiden Versuchsjahren liegt der Mittelwert auf Standort Gießen höher als auf Standort Groß-Gerau, wobei die Differenz im Versuchsjahr 1968 deutlicher ist als im Jahre 1967. Im Mittel der beiden Versuchsjahre wird ein Gehalt von 442 mg auf Standort Gießen und von 419 mg auf Standort Groß-Gerau erreicht.

Deutliche Unterschiede ergeben sich auch zwischen den einzelnen Sorten, wobei die Rangfolge der Sorten in beiden Versuchsjahren und auf beiden Standorten sehr ähnlich ist. Im Mittel der beiden Jahre liegt die Nacktgerstensorte Nackta auf beiden Standorten jeweils an der Spitze (471 bzw. 447 mg). Die erste Stelle unter den bespelzten Gerstensorten nimmt im Mittel der Standorte, Jahre und Düngungsstufen die Sorte Nota ein (470 mg auf Standort Gießen und 428 mg auf Standort Groß-Gerau). Die niedrigsten K-Gehalte weisen in jedem Falle die Sorten Impala mit 421 bzw. 401 mg und Ingrid mit 399 bzw. 396 mg im Mittel der Jahre und Düngungsvarianten auf. Die Rangfolge der Sorten im K-Gehalt der Korn-TM geht aus nachfolgender Übersicht nochmals hervor:

- - -

F.

G i e ß e n G r o ß - G e r a u G i e ß e n + G r o ß - G e r a u

	<u>1957</u>	<u>1958</u>	<u>1957</u>	<u>1958</u>	<u>1957+1958</u>
1.	Nackta	Nota	Nackta	Nackta	Nackta
2.	Nota	Nackta	Nota	Gerda	Nota
3.	Union	Union	Gerda	Nota	Union
4.	Impala	Gerda	Union	Union	Gerda
5.	Gerda	Ingrid	Impala	Impala	Impala
6.	Ingrid	Impala	Ingrid	Ingrid	Ingrid

Die variierte Stickstoffdüngung führt in der Mehrzahl der Fälle zu leicht erhöhten P-Gehalten mit erhöhter N-Gabe. Auf Standort Gießen führt die zusätzliche späte N-Düngung in Düngungsstufe N_4 zu erniedrigten P-Gehalten gegenüber der vergleichbaren Düngungsstufe N_2 , auf Standort Groß-Gerau ist umgekehrt eher eine Tendenz zur Erhöhung zu erkennen.

c. Sommergerste-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V7)

Die am Probenmaterial dieses mit acht Sorten auf drei Standorten in jeweils drei Düngungsstufen durchgeführten Versuches ermittelten Mineralstoffgehalte sind in den Tabellen 53-57 zusammengestellt. Im einzelnen wurde folgendes ermittelt:

Der Kalium-Gehalt (Tabelle 53) liegt im Mittel der geprüften Sorten- und Düngungsvarianten auf Standort Bönstadt mit 643 mg wesentlich höher als auf Standort Sterzhausen mit 589 mg und Standort Mittelgründau mit 564 mg. Diese klaren standortbedingten Differenzen sind im einzelnen auch bei den meisten der geprüften Sorten gegeben.

Auch zwischen den Sorten ergibt sich eine klare Differenzierung. Im Mittel der drei Standorte und der drei Düngungsstufen liegt die Sorte Emir mit 654 mg eindeutig an der Spitze. Das trifft auch für jeden der drei Standorte zu. An zweiter Stelle liegt mit 636 mg die Sorte Quantum, die wiederum auch auf jedem der drei Standorte den zweiten Rang einnimmt. Die niedrigsten Kalium-Gehalte weist unter den bespelzten Sorten im Mittel der drei Standorte die Sorte Felda mit 585 mg auf, nur die spelzenfreie Sorte Nackta liegt mit 525 mg noch deutlich niedriger. Die Rangfolge der Sorten ergibt sich im einzelnen aus nachfolgender Übersicht:

	<u>Midda</u>	<u>Sterzhausen</u>	<u>Bönstadt</u>	<u>M</u>
1.	Emir	Emir	Emir	emir
2.	Quantum	Quantum	Quantum	quantum
3.	Ortolan	Union	Union	Union
4.	Asse	Ecki	Ecki	Ecki
5.	Union	Asse	Ortolan	Asse
6.	Ecki	Felda	Felda	Ortolan
7.	Felda	Ortolan	Asse	Felda
8.	Nackta	Nackta	Nackta	Nackta

Ein Einfluß steigender N-Gaben auf den Kalium-Gehalt ist im Mittel der acht geprüften Sorten auf keinem der drei Standorte deutlich zu erkennen. Zwar reagieren einige der geprüften Sorten in einzelnen Fällen mehr oder weniger deutlich, im Mittel der geprüften Sorten ergeben sich aber praktisch keine düngungsbedingten Unterschiede.

Die Natrium-Gehalte (Tabelle 54) lassen bei dieser Versuchsreihe wiederum eine klare Abhängigkeit vom Standort erkennen. Auf Standort Bönstadt wird ein Mittelwert von 13,4 mg erreicht, während die Mittelwerte für die Standorte Sterzhausen und Mittelgründau bei nur 10,8 bzw. 10,4 mg liegen.

Noch größer als diese Standortunterschiede sind die Differenzen zwischen den verschiedenen Sorten. Im Mittel der drei Standorte und der drei Düngungsstufen liegt die Sorte Quantum mit einem Gehalt von 16,2 mg bei weitem an der Spitze, es folgt die Sorte Asse mit 13,4 mg. Diese beiden Sorten liegen auch auf jedem der beiden Standorte an erster bzw. zweiter Stelle. Die niedrigsten Natrium-Gehalte weisen unter den Spelzgersten im Mittel der drei Standorte und der drei Düngungsstufen die Sorten Ortolan mit 10,0 und Ecki mit 9,9 mg auf. Diese Werte werden nur von der spelzfreien Sorte Nackta noch etwas unterschritten (8,9 mg).

Ein Einfluß der steigenden Stickstoffgaben zeichnet sich im Mittel der acht geprüften Sorten nur auf Standort Sterzhausen ab, wo die Na-Gehalte von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_3 von 10,2 mg über 10,8 mg auf 11,4 mg ansteigen. Insgesamt ist der Einfluß der Düngung jedoch sehr gering.

Die Magnesium-Gehalte (Tabelle 55) lassen einen geringen Standorteinfluß erkennen. Im Mittel aller Sorten- und Düngungsvarian-

Tabelle 52: Kalium-Gehalte bei Sommergerste -
Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	K-Gehalt (mg/100g Korn-TM)												Gesamt- Mittel
	Mittelgrundau				Sterzhausen				Bönstadt				
	x ₁	x ₂	x ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	555	555	588	566	590	579	579	583	-	615	616	617	609
Ecki	555	564	572	563	598	589	591	593	638	646	647	644	600
Emir	604	611	580	598	641	649	668	653	726	703	700	712	654
Felda	546	555	554	551	574	572	577	574	630	630	635	631	585
Nackta	526	507	495	509	534	524	489	509	575	547	546	556	525
Ortolan	588	557	575	573	570	570	570	570	635	646	639	640	594
Quantum	589	582	598	590	631	647	620	633	670	679	708	686	636
Union	565	570	557	564	589	608	609	602	636	655	670	654	607
Mittel	566	562	565	564	591	592	585	589	644	640	646	643	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N

Tabelle 54: Natrium-Gehalte bei Sommergerste -
Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Na-Gehalt (mg/100g Korn-TM)												Gesamt- Mittel
	Mittelgrundau				Sterzhausen				Bönstadt				
	x) N ₁	x) N ₂	x) N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	11,5	13,5	10,0	11,6	13,6	13,6	14,2	13,9	-	14,1	13,5	14,7	13,4
Ecki	9,7	9,7	12,5	10,6	8,0	9,4	8,1	8,5	10,9	10,5	10,1	10,5	9,9
Emir	11,3	9,5	10,2	10,3	9,5	10,5	10,1	10,2	12,5	11,7	12,7	12,3	10,9
Felda	9,3	10,4	10,8	10,2	11,2	11,1	11,7	11,3	13,5	14,1	14,5	14,6	12,0
Nackta	8,9	8,2	8,0	8,4	7,7	8,4	8,4	8,2	9,9	10,0	10,4	10,1	8,9
Ortolan	10,0	9,9	9,5	9,8	7,9	8,8	8,7	8,5	11,1	11,9	11,7	11,6	10,0
Quantum	12,9	12,0	12,1	12,7	14,3	14,8	16,4	15,8	20,0	20,2	20,5	20,2	15,2
Union	8,9	9,4	9,9	9,4	9,4	9,9	10,7	10,0	14,5	12,9	14,1	13,8	11,1
Mittel	10,3	10,3	10,5	10,4	10,2	10,8	11,4	10,8	13,4	13,2	13,6	13,4	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N

Tabelle 55: Magnesium-Gehalte bei Sommergerste -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Mg-Gehalt (mg/100g Korn-TM)												Gesamt Mittel
	Mittelgründau				Sterzhausen				Bönstadt				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	109	105	109	108	122	120	124	122	-	110	109	[110]	[112]
Ecki	109	109	120	113	114	107	116	112	116	116	116	116	114
Emir	109	105	101	105	104	118	113	112	110	105	107	107	108
Felda	105	111	112	109	118	116	116	117	104	110	120	111	112
Nackta	120	119	120	120	128	123	124	125	124	123	123	123	123
Ortolan	113	104	109	109	111	118	110	113	111	110	113	111	111
Quantum	103	103	107	104	111	114	116	114	106	115	117	113	110
Union	92	103	107	101	115	114	114	114	109	108	110	109	108
Mittel	108	107	111	109	115	116	117	116	111	112	114	112	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

Tabelle 56: Calcium-Gehalte bei Sommergerste -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Ca-Gehalt (mg/100g Korn-TM)												Gesamt- Mittel
	Mittelgründau				Sterzhausen				Bönstadt				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	74	75	80	76	67	75	80	74	-	81	82	[82]	[77]
Ecki	76	81	100	86	79	80	88	82	87	90	90	89	86
Emir	73	75	75	74	73	79	79	77	79	74	76	76	76
Felda	71	75	76	74	71	73	73	72	74	70	80	75	74
Nackta	68	66	70	68	66	69	65	67	65	65	66	65	67
Ortolan	66	73	75	71	71	75	77	74	70	72	71	71	72
Quantum	73	71	75	73	74	79	78	77	77	84	84	82	77
Union	74	76	75	75	73	77	75	75	79	78	78	78	76
Mittel	72	74	78	75	72	76	77	75	76	77	78	77	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

ten ergibt sich für Standort Sterzhausen der höchste mittlere Mg-Gehalt mit 116 mg; auf Standort Bönstadt wird ein solcher von 112 mg und auf Standort Mittelgründau ein solcher von 109 mg erreicht.

Ähnliche Differenzen wie zwischen den Standorten ergeben sich auch für die Sorten. Die spelzenlose Sorte Nackta liegt erwartungsgemäß im Mittel aller Varianten an erster Stelle mit 123 mg, von den Spelzgersten liegen die Sorten Ecki und Asse mit 114 bzw. 113 mg an der Spitze, während die Sorten Emir und Union mit 108 mg an letzter Stelle liegen.

In Abhängigkeit von der steigenden Stickstoffdüngung zeigt sich im Mittel der geprüften Sorten eine Tendenz zu leicht erhöhten Mg-Gehalten.

Die Ca-Gehalte (Tabelle 56) lassen keine deutlichen Standortunterschiede erkennen. Die Mittelwerte für die drei Standorte liegen mit 77 bzw. 75 mg sehr eng beieinander.

Wesentlich größer sind demgegenüber die sortenbedingten Unterschiede. Im Mittel der drei Standorte und drei Düngungsstufen weist die Sorte Ecki mit 86 mg Ca den bei weitem höchsten Gehalt auf, Ortolan von den bespelzten Sorten mit 72 mg den niedrigsten, nur die Nacktgerste weist mit 67 mg Ca einen noch niedrigeren Gehalt auf.

Die steigende Stickstoffdüngung läßt auf den Standorten Mittelgründau und Sterzhausen einen deutlichen Anstieg im Ca-Gehalt erkennen (von 72 auf 78 bzw. 77 mg). Auf Standort Bönstadt ist ebenfalls eine leicht steigende Tendenz zu erkennen.

Die Phosphor-Gehalte (Tabelle 57) lassen klare Standortunterschiede erkennen. Im Mittel aller Sorten- und Düngungsstufen wird auf Standort Sterzhausen ein Gehalt von 456 mg erreicht; auf Standort Bönstadt ein solcher von 429 mg und auf Standort Mittelgründau ein solcher von 415 mg.

Auch in Abhängigkeit von der Sorte zeigen sich klare Differenzen. Nach der Nacktgerste mit einem mittleren Gehalt von 454 mg liegt die Sorte Ecki mit 445 mg an zweiter und die Sorten Emir und Union mit 437 mg an dritter Stelle. Die niedrigsten Phosphorgehalte wei-

Tabelle 57: Phosphor-Gehalte bei Sommergerste -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	P-Gehalt (mg/100g Korn-TM)												Gesamt- Mittel
	Mittelgründau				Sterzhausen				Bönstadt				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Asse	351	382	420	384	463	457	444	455	-	457	427	432	424
Ecki	438	442	442	441	474	454	455	454	420	452	451	441	445
Emir	422	445	389	419	465	457	458	453	446	428	440	458	437
Felda	399	419	410	409	441	426	432	433	422	422	425	423	422
Nackta	455	422	431	436	514	502	448	488	459	433	426	439	454
Ortolan	431	415	432	426	459	457	449	455	410	414	406	410	430
Quantum	340	396	405	380	440	459	444	448	412	421	442	425	418
Union	428	434	419	427	466	471	443	460	417	429	430	425	437
Mittel	408	419	419	415	465	458	444	456	427	430	431	429	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

sen im Mittel der drei Standorte und Düngungsstufen die Sorten Felda mit 422 mg und Quantum mit 418 mg auf. In der nachfolgenden Übersicht ist die Rangfolge der einzelnen Sorten auf den verschiedenen Standorten und im Mittel der drei Standorte angegeben:

	<u>Mittelgründau</u>	<u>Sterzhausen</u>	<u>Bönstadt</u>	<u>M</u>
1.	Ecki	Nackta	Ecki	Nackta
2.	Nackta	Union	Nackta	Ecki
3.	Union	Asse (	Emir	Emir (
4.	Ortolan	Ortolan(	Asse	Union(
5.	Emir	Ecki	Union	Ortolan
6.	Felda	Emir	Quantum	Asse
7.	Asse	Quantum	Felda	Felda
8.	Quantum	Felda	Ortolan	Quantum

Eine Abhängigkeit der P-Gehalte von der Stickstoffdüngung ist nur auf Standort Sterzhausen zu erkennen, wo die P-Gehalte von Düngungsstufe N₃ von 465 mg über 458 mg auf 444 mg im Mittel aller acht geprüften Sorten abfallen. Auf den beiden Standorten Mittelgründau und Bönstadt liegen sie praktisch jeweils auf gleicher Höhe.

d. Hafer-Sorten-K-Düngungsversuch 1964-1967 (V8)

Die am Probenmaterial dieser mit drei Sorten in vier Versuchsjahren und vier bzw. fünf Düngungsstufen auf Standort Gießen durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Mineralstoffgehalte sind in den Tabellen 58-62 zusammengefaßt.

Die Kalium-Gehalte (Tabelle 58) zeigen in Abhängigkeit von der Jahreswitterung deutliche Unterschiede, wobei vor allem der Mittelwert für das Jahr 1964 mit 554 mg stark nach oben herausfällt. In den übrigen drei Versuchsjahren liegen die Mittelwerte mit 479 mg (1967) und 464 mg (1965 und 1966) wesentlich niedriger, aber eng beieinander.

Im Mittel der Versuchsjahre und der Düngungsstufen lassen sich auch sehr deutliche Sortenunterschiede im K-Gehalt erkennen. Von den beiden geprüften Spelzhafern liegt die Sorte Petkuser Weißhafer in jedem Versuchsjahr im K-Gehalt deutlich höher als die Sorte Flämingskrone und erreicht im Mittel der vier Versuchsjahre einen Wert von 525 mg gegenüber nur 479 mg bei Flämingskrone. Die Nackthafer-sorten NOS Nackthafer liegt im Mittel der vier Versuchsjahre nur wenig niedriger als die Sorte Flämingskrone, im Versuchsjahr 1965 sogar deutlich höher als diese.

Ein Einfluß der steigenden N-Gaben auf die K-Gehalte ist im Mittel der drei Sorten und vier Versuchsjahre nicht klar zu erkennen.

Die Natrium-Gehalte (Tabelle 59) lassen eine klare Differenzierung in Abhängigkeit von der Jahreswitterung erkennen: Im Mittel der drei Sorten und der vier Düngungsstufen wird im Jahre 1964 ein Gehalt von 12,5 mg erreicht, 1965 ein solcher von 9,7 mg, 1966 von 6,1 mg und 1967 von 8,4 mg. Trotz gleichen Standortes sind die Unterschiede in den einzelnen Jahren also sehr beträchtlich.

Die Differenzen in Abhängigkeit von der Sorte sind zwischen den beiden geprüften Spelzhafern nur im Jahre 1965 sehr deutlich, in den übrigen drei Versuchsjahren praktisch nicht gegeben. Demgegenüber weist die spelzenlose Sorte NOS Nackthafer erwartungsgemäß einen sehr viel niedrigeren Na-Gehalt auf.

In Abhängigkeit von der steigenden Stickstoffdüngung zeigt sich eine Tendenz zu erhöhten Na-Gehalten.

Tabelle 58: Kalium-Gehalte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und Düngung - Versuch Gießen 1964-1967

Dün- gungs- stufe	K-Gehalt (mg/100g Korn-TW)																
	1964			1965			1966			1967			1964-1967				
	Plamings- krone	Petkuser Weibhater	NOS Nachthater	M	Plamings- krone	Petkuser Weibhater	NOS Nachthater	M	Plamings- krone	Petkuser Weibhater	NOS Nachthater	M	Plamings- krone	Petkuser Weibhater	NOS Nachthater	Gesamt- mittel	
N ₁ x)	576	593	532	567	416	518	407	447	473	508	406	462	464	455	509	429	464
N ₂ x)	521	603	496	540	443	519	467	476	482	481	482	475	494	484	507	492	494
N ₃ x)	566	594	490	550	392	487	528	469	455	483	408	449	482	455	500	490	482
N ₄ x)	557	616	500	558	427	491	475	464	478	500	434	471	475	465	493	468	475
N ₅									453	472	493		473	453	472	493	
Mittel	555	602	505	554	420	504	469	464	472	493	428	464	479	465	502	470	479
									462	496	474		477	462	496	474	477

x) $N_1 = 0+0+0$ kg/ha N; $N_2 = 50+0+0$ kg/ha N; $N_3 = 50+20+0$ kg/ha N; $N_4 = 50+40+0$ kg/ha N; $N_5 = 50+20+0+0$ kg/ha N.

Tabelle 59: Natrium-Gehalte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuch gesehen 1964-1967

Dün- gungs- stufe	Na-Gehalt (mg/100g Korn-Tk.)											
	1964			1965			1966			1967		
	Plamings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plamings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plamings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Plamings- krone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer
N ₁ x)	11,2	11,5	9,2	10,5	7,2	6,2	6,2	5,7	4,2	5,4	7,7	6,2
N ₂ x)	12,0	13,2	9,0	13,8	7,2	7,2	6,1	6,7	4,4	5,7	9,9	7,0
N ₃ x)	13,7	14,9	8,9	12,5	9,1	10,4	6,0	6,2	5,5	5,9	11,9	7,4
N ₄ x)	15,9	15,0	8,7	13,2	8,2	10,7	6,1	6,7	4,1	5,6	10,5	8,0
N ₅												
Mittel	14,2	14,2	8,7	12,5	8,7	7,5	6,1	6,3	5,8	6,1	9,4	7,2

x) N₁ = 0+0+0 kg/ha N; N₂ = 50+0+0 kg/ha N; N₃ = 50+20+0 kg/ha N; N₄ = 50+40+0 kg/ha N; N₅ = 50+20+40 kg/ha N.

Die Magnesium-Gehalte (Tabelle 60) lassen im Mittel der Sorten und Düngungsstufen keinen klaren Einfluß der Jahreswitterung erkennen. Die Mg-Gehalte liegen in allen vier Versuchsjahren im Mittel zwischen 154 und 158 mg.

Deutliche Unterschiede dagegen ergeben sich in den Mittelwerten für die einzelnen Sorten. Im Mittel der vier Versuchsjahre und der vier Düngungsstufen weist die Sorte Flämingskrone mit 141 mg einen deutlich geringeren Mg-Gehalt auf als die Sorte Retkuser Weißhafer mit 153 mg. Entsprechend höher liegt die spelzenfreie Sorte NOS Nackthafer mit 176 mg.

Ein Einfluß der steigenden Stickstoffdüngung ist im Mittel der drei Sorten und der vier Versuchsjahre nicht zu erkennen.

Die Calcium-Gehalte (Tabelle 61) lassen bei dieser Haferversuchsserie deutliche Unterschiede durch die Jahreswitterung erkennen: Während 1964 im Mittel der Sorten und Düngungsstufen ein Ca-Gehalt von 122 mg erreicht wird, liegt er im Jahre 1965 bei nur 104 mg, dazwischen liegen die Werte für 1966 mit 117 mg und 1967 mit 111 mg.

Zwischen den beiden geprüften Spelzhaferarten treten zwar in manchen Jahren gewisse Unterschiede auf, im Mittel der vier Versuchsjahre unterscheiden sie sich jedoch nicht (119 bzw. 117 mg). Demgegenüber weist die Nackthaferart erwartungsgemäß im Mittel der vier Jahre einen deutlich niedrigeren Ca-Gehalt auf (105 mg).

In Abhängigkeit von der steigenden Stickstoffdüngung lassen sich weder bei den einzelnen Sorten noch im Mittel aller drei Sorten und der vier Versuchsjahre wesentliche Unterschiede erkennen.

Die Phosphor-Gehalte (Tabelle 62) weisen in Abhängigkeit von der Jahreswitterung klare Unterschiede auf: Im Mittel der Sorten- und Düngungsvarianten werden 1966 und 1967 mit 492 bzw. 482 mg wesentlich höhere P-Gehalte erreicht als in den Jahren 1964 und 1965 mit nur 429 bzw. 435 mg.

Die beiden Spelzhaferarten weisen im Mittel der vier Versuchsjahre deutliche Unterschiede im P-Gehalt des Kornes auf (Retkuser Weißhafer 439 mg, Flämingskrone 405 mg), und auch in drei der vier

Tabelle 10: Magnesium-Gehalte bei hafer - einfluss von Sorte, Jahreswitterung und n-Düngung -
Versuch Giesen 1954-1957

Dün- gungs- stufe	Mg-Gehalt (mg/100g Korn-Mg)											
	1954			1955			1956			1957		
	Plamings- krone	Petkuser Weishater	NOS Nackthater	Plamings- krone	Petkuser Weishater	NOS Nackthater	Plamings- krone	Petkuser Weishater	NOS Nackthater	Plamings- krone	Petkuser Weishater	NOS Nackthater
x)												
N ₁	150	157	171	130	157	157	146	165	167	152	157	151
N ₂	134	152	176	145	156	184	148	141	183	152	148	193
N ₃	141	148	171	130	155	160	145	144	153	154	149	193
N ₄	139	153	172	125	177	160	147	157	160	159	142	191
N ₅										142	148	189
Mittel	143	153	179	132	161	170	147	147	171	140	150	184
										140	149	185
										141	152	176

x) N₁ = 0+0+0 kg/ha N; N₂ = 50+0+0 kg/ha N; N₃ = 50+20+0 kg/ha N; N₄ = 50+40+0 kg/ha N; N₅ = 50+20+40 kg/ha N.

Tabelle 61: Calcium-Gehalte bei Hafer - Einfluß von Sorte, Jahreswitterung und N-Düngung - Versuch Gießen 1964-1967

Dün- gungs- stufe	Ca-Gehalt (mg/100g Korn-TW)											
	1964			1965			1966			1967		
	Fläms- gskrone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Fläms- gskrone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Fläms- gskrone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer	Fläms- gskrone	Petkuser Weibhafer	NOS Nackthafer
x)												
N ₁ x)	131	132	120	128	107	106	136	123	93	117	103	120
N ₂ x)	113	130	106	116	114	110	135	118	103	119	115	109
N ₃ x)	125	129	105	120	103	98	127	115	98	113	114	113
N ₄ x)	125	136	106	122	112	94	135	120	100	118	115	110
N ₅											116	107
Mittel	124	132	109	122	109	102	133	119	99	117	112	113
											113	112
											109	109
											111	111

x) N₁ = 0+0+0 kg/ha N; N₂ = 50+0+0 kg/ha N; N₃ = 50+20+0 kg/ha N; N₄ = 50+40+0 kg/ha N; N₅ = 50+20+40 kg/ha N.

Tabelle b2: Phosphor-Gehalte bei Hafer - Einfluss von Sorte, Jahreswitterung und N-Düngung -
Gießen 1964-1967

Düngungs- stufe	P-Gehalt (mg/100g Korn-TW)											
	1964			1965			1966			1967		
	Fläming- skrone	Petkus- er Weibhafer	NOS Nachthafer	Fläming- skrone	Petkus- er Weibhafer	NOS Nachthafer	Fläming- skrone	Petkus- er Weibhafer	NOS Nachthafer	Fläming- skrone	Petkus- er Weibhafer	NOS Nachthafer
x)												
N ₁)	402	445	600	387	447	427	426	481	389	411	479	490
N ₂)	355	363	497	407	435	518	451	422	638	448	480	601
N ₃)	341	406	425	370	419	528	424	401	589	408	479	519
N ₄)	391	420	509	385	447	451	440	437	610	432	465	500
N ₅)										435	449	557
Mittel	372	408	508	387	437	481	435	435	607	425	476	544
										426	470	547
										405	439	535

x) N₁ = 0+0+0 kg/ha N; N₂ = 50+0+0 kg/ha N; N₃ = 50+20+0 kg/ha N; N₄ = 50+40+0 kg/ha N; N₅ = 50+20+40 kg/ha N.

Versuchsjahre liegt der I-Gehalt für die Sorte Ietkuser Weißhafer deutlich höher als für die Sorte Flämingskrone. Die Nackthafer-sorte weist einen der fehlenden Spelze entsprechenden weit höheren Gehalt von 535 mg auf.

In Abhängigkeit von der steigenden Stickstoffdüngung läßt sich im Mittel der drei Sorten und der vier Versuchsjahre ein etwas ver-ringerter P-Gehalt in der Düngungsstufe N_3 gegenüber den übrigen Düngungsstufen erkennen. Die düngungsbedingten Differenzen sind jedoch insgesamt sehr gering.

e. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V11)

Es wurden neun Hafersorten auf zwei Standorten in drei N-Düngungs-stufen geprüft. Die ermittelten Mineralstoffgehalte sind in den Tabellen 63-67 zusammengestellt.

Die Kalium-Gehalte (Tabelle 63) zeigen deutliche Standortunter-schiede. Im Mittel der neun Sorten und der drei Düngungsstufen liegt der K-Gehalt auf Standort Dorfborn bei 530 mg, auf Stand-ort Hungen dagegen bei nur 494 mg. Auch jede der einzelnen Sor-ten weist auf Standort Dorfborn einen höheren K-Gehalt auf als auf Standort Hungen.

Deutliche Unterschiede im K-Gehalt des Kornes ergeben sich auch für die Sorten. Auf Standort Dorfborn liegt die Sorte Agrippa mit 587 mg an der Spitze, gefolgt von Tiger mit 567 mg und Flämings-perle mit 544 mg. Auf Standort Hungen liegen diese drei Sorten ebenfalls an der Spitze und mit Werten von 526 mg, 524 mg und 523 mg praktisch auf gleicher Höhe. Die niedrigsten K-Gehalte weisen auf Standort Dorfborn die Sorten Thor (516 mg), Delphin (507 mg), Enweiß (501 mg) und Flämingskrone (495 mg) auf. Auf Standort Hun-gen liegen die Sorten Julius (487 mg), Delphin und Enweiß (465 mg) und Thor (462 mg) am niedrigsten im K-Gehalt. Die Rangfolge der Sorten im K-Gehalt geht aus folgender Übersicht hervor: (s.näch-ste Seite). Im Mittel der beiden Standorte und der drei Düngungs-stufen beträgt die Differenz zwischen der K-reichsten und der K-ärmsten Probe immerhin mehr als 70 mg/100g Korn-TM und damit etwa 15% relativ.

	<u>Dorfborn</u>	<u>Hungen</u>	<u>Dorfborn+Hungen</u>
1.	Agrippa	Tiger	Agrippa
2.	Tiger	Flämingsperle	Tiger
3.	Flämingsperle	Agrippa	Flämingsperle
4.	Arnold	Arnold	Arnold
5.	Julius	Flämingskrone	Julius
6.	Thor	Julius	Flämingskrone
7.	Delphin	Delphin(	Thor
8.	Enweiß	Enweiß (	Delphin
9.	Flämingskrone	Thor	Enweiß

Ein Einfluß der steigenden Stickstoffdüngung ist auf Standort Dorfborn im Mittel der neun Sorten deutlich zu erkennen.

Der K-Gehalt steigt von 517 mg in Düngungsstufe N_1 auf 540 mg in Düngungsstufe N_3 . Die Zunahme im K-Gehalt durch erhöhte N-Düngung ist bei den einzelnen Sorten z.T. sehr unterschiedlich. So beträgt die Zunahme von Düngungsstufe N_1 zu Düngungsstufe N_3 auf Standort Dorfborn bei der Sorte Thor praktisch nur 2 mg, bei der Sorte Agrippa jedoch 48 mg. Demgegenüber ist auf Standort Hungen eine deutliche Veränderung im K-Gehalt durch die variierte Stickstoffdüngung nicht zu erkennen.

Die Natrium-Gehalte (Tabelle 64) lassen wieder deutliche Standortunterschiede erkennen. Im Mittel aller Sorten- und Düngungsvarianten wird auf Standort Dorfborn ein Mittelwert von 6,3 mg und auf Standort Hungen von 9,1 mg erreicht.

Zwischen den Sorten ergeben sich im Mittel der beiden Standorte keine sehr großen Unterschiede; vor allem auf Standort Dorfborn liegen die Sortenmittel relativ eng beieinander. Größere Sortenunterschiede treten auf Standort Hungen zu Tage. Hier weisen die Sorte Thor mit 11,6 und Flämingsperle mit 10,9 mg die höchsten, die Sorte Agrippa mit 7,3 mg den niedrigsten Na-Gehalt auf.

Wesentliche Unterschiede durch die variierte Stickstoffdüngung sind nicht zu erkennen.

Die Magnesium-Gehalte (Tabelle 65) liegen im Mittel aller Varianten auf Standort Dorfborn mit 133 mg und auf Standort Hungen mit 128 mg sehr eng beieinander. Wesentliche Standortunterschiede sind hier also nicht festzustellen.

Tabelle 63: Kalium-Gehalte bei Hafer -

Einfluss von Sorte, Standort und N-Düngung -

Versuchsreihe 1971

Sorten	K-Gehalt (mg/100g Korn-TM.)								Gesamt-Mittel
	Dorfborn				Hungen				
	$N_1^{x)}$	$N_2^{x)}$	$N_3^{x)}$	M	N_1	N_2	N_3	M	
Agrippa	556	601	604	587	531	526	511	523	555
Arnold	513	523	555	530	512	505	504	507	519
Delphin	494	511	516	507	483	438	475	465	486
Enweiß	488	507	509	501	454	467	475	465	483
Flämingskrone	484	507	494	495	492	513	468	491	493
Flämingsperle	535	540	558	544	523	530	519	524	534
Julius	514	524	535	524	504	480	476	487	506
Tiger	557	572	573	567	521	530	526	526	547
Thor	512	522	514	516	462	449	475	462	489
Mittel	517	534	540	530	498	493	492	494	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+0 kg/ha N.

Tabelle 64: Natrium-Gehalte bei Hafer -

Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -

Versuchsreihe 1971

Sorten	Na-Gehalt (mg/100g Korn-TM)								Gesamt-Mittel
	Dorfborn				Hungen				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Agrippa	6,6	7,2	6,6	6,8	7,7	7,8	6,5	7,3	7,1
Arnold	5,6	5,7	6,3	5,9	7,6	7,8	8,7	8,0	7,0
Delphin	5,5	6,0	6,6	6,0	8,9	8,7	6,8	8,1	7,1
Enweiß	5,7	5,6	6,1	5,8	8,6	8,7	8,4	8,6	7,2
Flämingskrone	6,5	5,8	6,0	6,1	9,6	10,1	9,7	9,8	8,0
Flämingsperle	6,6	6,6	6,6	6,6	12,4	10,0	10,3	10,9	8,8
Julius	6,3	7,2	7,8	7,1	10,2	8,9	7,9	9,0	8,1
Tiger	5,8	6,8	6,4	6,3	8,5	9,9	8,0	8,8	7,6
Thor	6,0	5,7	5,9	5,9	10,1	10,4	14,3	11,6	8,8
Mittel	6,1	6,3	6,5	6,3	9,3	9,1	9,0	9,1	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

Tabelle 65: Magnesium-Gehalte bei Hafer -

Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Mg-Gehalt (mg/100g Korn-TM)								Gesamt Mittel
	Dorfborn				Hungen				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Agrippa	127	135	136	133	124	129	131	128	131
Arnold	141	148	148	146	145	144	147	145	146
Delphin	128	129	130	129	126	123	128	126	128
Enweis	135	138	139	137	131	132	140	134	136
Flämingskrone	127	132	133	131	129	125	122	125	128
Flämingsperle	135	139	134	136	128	127	124	126	131
Julius	127	125	129	127	120	121	122	121	124
Tiger	128	130	132	130	130	129	125	128	129
Thor	119	124	135	126	123	126	125	125	126
Mittel	130	133	135	133	128	128	129	128	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

Tabelle 66: Calcium-Gehalte bei Hafer -

Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	Ca-Gehalt (mg/100g Korn-TM)								Gesamt-Mittel
	Dorfborn				Hungen				
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Agrippa	112	128	136	125	103	104	105	104	115
Arnold	114	122	129	122	112	113	113	113	118
Delphin	110	114	121	115	104	100	100	101	108
Enweiß	111	119	122	117	110	111	119	113	115
Flämingskrone	109	118	119	115	110	106	104	107	111
Flämingsperle	118	121	128	122	108	103	101	104	113
Julius	107	112	122	114	99	100	99	99	107
Tiger	115	119	130	121	111	113	111	112	117
Thor	112	118	122	117	110	109	113	111	114
Mittel	112	119	125	119	107	107	107	107	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

Demgegenüber sind klare Sortenunterschiede zu erkennen. Im Mittel der Standorte und der Düngungsvarianten weist die Sorte Arnold mit 146 mg den eindeutig höchsten Mg-Gehalt auf. Die beiden Sorten mit den niedrigsten Mg-Gehalten sind Julius und Thor mit 124 bzw. 126 mg im Mittel der beiden Standorte.

In Abhängigkeit von der variierten Stickstoffdüngung zeigt sich auf Standort Dorfborn im Mittel der neun Sorten eine leicht steigende Tendenz im Mg-Gehalt, wobei dies bei den einzelnen Sorten mehr oder weniger deutlich hervortritt; am stärksten reagiert hier die Sorte Thor. Auf Standort Hungen dagegen läßt sich ein Einfluß der Düngung nicht erkennen, weder in den Mittelwerten noch bei einer der geprüften Sorten.

Die Calcium-Gehalte (Tabelle 66) sind in Abhängigkeit vom Standort deutlich verschieden. Im Mittel der Sorten und Düngungsvarianten liegt der Ca-Gehalt auf Standort Dorfborn mit 119 mg deutlich höher als auf Standort Hungen mit 107 mg. Auch jede einzelne Sorte weist auf Standort Dorfborn einen höheren Ca-Gehalt als auf Standort Hungen auf.

Ähnlich groß wie die Standortunterschiede sind auch die Sortenunterschiede. Auf Standort Dorfborn liegen die Sorte Agrippa mit 125 mg an der Spitze, die Sorten Delphin, Flämingskrone und Julius mit 115 bzw. 114 mg am niedrigsten. Auf Standort Hungen liegen die Sorten Arnold und Enweiß mit 113 mg an erster Stelle, die Sorte Julius mit 99 mg an letzter Stelle.

Ein Einfluß der steigenden N-Düngung ist auf Standort Dorfborn deutlich zu erkennen, wobei die Gehalte im Mittel der neun Sorten von 112 mg in Düngungsstufe N_1 auf 125 mg in Düngungsstufe N_3 ansteigen. Der stärkste Anstieg ist dabei bei der Sorte Agrippa zu verzeichnen (von 112 auf 136 mg). Auf Standort Hungen dagegen zeigen sich im Mittel der neun Sorten in allen drei Düngungsstufen gleiche Werte (107 mg). Dabei ist bei der Sorte Enweiß eine leichte Erhöhung, bei den Sorten Flämingskrone und Flämingsperle eine leichte Abnahme mit steigender N-Düngung vorhanden.

Die Phosphor-Gehalte (Tabelle 67) liegen im Mittel der neun Sorten und drei Düngungsstufen auf Standort Dorfborn mit 429 mg nur unwesentlich höher als auf Standort Hungen mit 414 mg. Dabei ist

Tabelle 67: Phosphor-Gehalte bei Hafer -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung -
Versuchsreihe 1971

Sorten	P-Gehalt (mg/100g Dorfborn)				Korn-TM Hungen				Gesamt-Mittel
	N ₁ ^{x)}	N ₂ ^{x)}	N ₃ ^{x)}	M	N ₁	N ₂	N ₃	M	
Agrippa	426	458	466	450	431	433	437	434	442
Arnold	454	459	461	451	422	414	398	411	431
Delphin	401	426	437	421	415	413	425	418	420
Enweiß	408	430	442	427	398	408	434	413	420
Flämingskrone	410	438	442	430	413	423	383	406	418
Flämingsperle	417	434	449	433	439	435	415	420	432
Julius	394	407	421	407	401	400	405	402	405
Tiger	408	416	423	416	407	388	386	394	405
Thor	396	420	451	422	416	408	417	414	418
Mittel	410	432	444	429	416	414	411	414	

x) N₁ = 60+0+0 kg/ha N; N₂ = 60+40+0 kg/ha N; N₃ = 60+40+60 kg/ha N.

jedoch zu berücksichtigen, daß auf Standort Hungen die P-Gehalte in den drei Düngungsstufen im Mittel der neun Sorten mit 416 mg, 414 mg und 411 mg praktisch gleich liegen, auf Standort Dorfborn jedoch deutlich differenziert sind. Hier liegt der Mittelwert für Düngungsstufe N₁ bei 410 mg, für Düngungsstufe N₂ bei 432 mg und in Düngungsstufe N₃ bei 444 mg. Zumindest in Düngungsstufe N₃ unterscheiden sich also die Mittelwerte auf Standort Dorfborn und Hungen sehr wesentlich (444 gegenüber 411 mg).

Auch zwischen den einzelnen Sorten ergeben sich deutliche Differenzen. Auf Standort Dorfborn liegen die Sorten Arnold und Agrippa mit 451 bzw. 450 mg eindeutig an der Spitze, die Sorten Tiger mit 416 mg und Julius mit 407 mg eindeutig am Schluß. Auf Standort Hungen liegen die Sorten Agrippa mit 434 mg und Flämingsperle mit 430 mg eindeutig an der Spitze und die Sorten Julius mit 402 mg und Tiger mit 394 mg wiederum am Schluß. Im Mittel der beiden Standorte liegt damit die Sorte Agrippa mit 442 mg eindeutig an der Spitze und die beiden Sorten Julius und Tiger mit jeweils 405 mg am niedrigsten. Die Rangfolge der Sorten nach ihrem P-Gehalt geht aus folgender Übersicht hervor:

	<u>Dorfborn</u>	<u>Hungen</u>	<u>M</u> <u>Dorfborn+Hungen</u>
1.	Arnold	Agrippa	Agrippa
2.	Agrippa	Flämingsperle	Flämingsperle
3.	Flämingsperle	Delphin	Arnold
4.	Flämingskrone	Thor	Delphin(
5.	Enweiß	Enweiß	Enweiß (
6.	Thor	Arnold	Flämingskrone(
7.	Delphin	Flämingskrone	Thor (
8.	Tiger	Julius	Julius(
9.	Julius	Tiger	Tiger (

Die variierte Stickstoffdüngung hatte - wie bereits ausgeführt - auf Standort Dorfborn einen sehr deutlichen Einfluß auf die P-Gehalte, wobei am stärksten die Sorte Thor reagierte. Demgegenüber war ein Einfluß auf Standort Hungen im Mittel aller Sorten nicht zu erkennen; allerdings zeigte hier die Sorte Enweiß eine deutliche Zunahme im P-Gehalt in Abhängigkeit von steigenden N-Gaben.

6.2. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse

Sieht man die Mineralstoffgehalte des Getreidekornes in Relation zum Bedarf einerseits und zu den Mineralstoffgehalten der übrigen Nahrungs- bzw. Futtermittel andererseits, so sind sie hinsichtlich der Ernährung des Menschen als relativ hoch einzustufen, während sie hinsichtlich der Ernährung stark wachsender oder hohe Milchleistung gebender Tiere recht niedrig liegen und so das Getreide zu den mineralstoffärmsten Futtermitteln gezählt wird. Je nach Kostzusammenstellung kann das Getreide sehr wesentlich für eine optimale Mineralstoffversorgung des Menschen sein. Aber auch in der Tierernährung kann der Mineralstoffgehalt des Getreides wesentlich zu einer ausreichenden Deckung des Bedarfes beitragen; das gilt zumindest in Bezug auf Kalium und Magnesium. Demgegenüber sind die Gehalte an Calcium und Natrium im Getreide so gering, daß im Vergleich zum Bedarf keine nennenswerten Mengen mit dem Getreidekorn in die Futterrationen gelangen.

In der nachfolgenden Übersicht wird versucht, das Ausmaß der Beeinflussung der Mineralstoffgehalte durch Standortunterschiede (St), unterschiedliche Jahreswitterung (J), Sortenunterschiede (So)

und Düngungsunterschiede (D) zusammenfassend darzustellen, indem starke Einflüsse durch Unterstreichen der jeweiligen Faktorensymbole mit einem dicken Strich, geringe, aber deutliche Einflüsse durch Unterstreichen mit einem dünnen Strich hervorgehoben werden. Wo die Faktorensymbole nicht unterstrichen sind, konnte kein eindeutiger Einfluß auf die Gehalte des jeweiligen Mineralstoffs festgestellt werden.

	K	Na	Mg	Ca	P
Weizen (V4)	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	St - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>
Gerste (V5)	<u>St</u> <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	St <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>
Gerste (V7)	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	St - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>
Hafer (V8)	- <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	- <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	- <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	- <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>	- <u>J</u> <u>So</u> <u>D</u>
Hafer (V11)	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	St - <u>So</u> <u>D</u>	<u>St</u> - <u>So</u> <u>D</u>	St - <u>So</u> <u>D</u>

Betrachtet man den Einfluß der unterschiedlichen Standorte auf die Mineralstoffgehalte beim vorliegenden Gesamtmaterial, so läßt sich folgendes erkennen: In allen vier Versuchsreihen, in denen der Standorteinfluß mit geprüft wurde, zeigt sich ein deutlicher Einfluß des Standorts auf die K-Gehalte. Auch bei den Natrium-Gehalten läßt sich in jedem Fall ein deutlicher bzw. starker Standorteinfluß ablesen. Die Calcium-Gehalte sind in zwei der vier Fälle stark, in einem Fall geringer, aber deutlich vom Standort beeinflusst. Bei den P-Gehalten zeigt sich nur in einem Falle ein starker Standorteinfluß, in zwei weiteren Fällen ein geringer. Die Magnesium-Werte sind demgegenüber beim hier vorliegenden Untersuchungsmaterial von den unterschiedlichen Standortbedingungen nur sehr wenig beeinflusst; das überrascht umso mehr, als vor allem bei der Versuchsreihe mit Gerste (V5) sich Standorte mit leichtem Sandboden einerseits und schwerem alluvialen Lehm Boden andererseits gegenüberstehen.

Insgesamt wird also deutlich, daß der Standorteinfluß bei den Mineralstoffen Kalium und Natrium stark zu Tage tritt, während sich die Magnesium-Gehalte im Getreidekorn hier vom Standort praktisch unbeeinflußt zeigen. Calcium und Phosphat zeigen in den meisten Fällen ebenfalls einen deutlichen Standorteinfluß, wenn auch nicht in dem Ausmaß, wie dies bei Kalium und Natrium der Fall ist.

Über den Einfluß der Jahreswitterung läßt sich nur aus zwei Versuchsreihen (V5 und V8) ein Urteil finden. In beiden Fällen ist ein starker Einfluß auf die Kalium-Gehalte und die Calcium-Gehalte festzustellen, während jeweils nur in einem der beiden Fälle ein starker Einfluß der Jahreswitterung auf die Natrium- und Phosphatgehalte zu finden ist. Kein deutlicher Einfluß der Jahreswitterung läßt sich wiederum auf die Magnesium-Gehalte feststellen.

Sortenunterschiede im Mineralstoffgehalt treten bei dem hier untersuchten Material sehr deutlich zu Tage. In allen fünf Versuchsreihen lassen sich sowohl im Kalium-Gehalt wie auch im Phosphorgehalt große Unterschiede zwischen den Sorten erkennen. Bei Natrium und Calcium sind die Gehalte in vier der fünf Fälle stark sortenabhängig und im fünften Fall zwar in geringerem Maße, aber deutlich vorhanden. Auch beim Magnesium zeigen sich in drei der fünf Fälle starke, in den restlichen beiden Fällen geringere, aber trotzdem deutliche Gehaltsunterschiede zwischen den verschiedenen Sorten.

Der Einfluß der zusätzlichen späten Stickstoffdüngung auf die Mineralstoffgehalte läßt sich in der Mehrzahl der Fälle erkennen, er ist aber mit einer Ausnahme relativ gering. Bei den P-Gehalten tritt dieser N-Düngungseinfluß in jeder der fünf Versuchsreihen zu Tage, bei Calcium in vier der fünf geprüften Reihen, während sich bei den K-, Na- und Mg-Gehalten nur in drei der fünf geprüften Versuchsserien ein Einfluß der N-Düngung deutlich macht.

Insgesamt gesehen zeigt sich beim hier vorliegenden Untersuchungsmaterial, daß sich Unterschiede im Mineralstoffgehalt in jedem Falle in Abhängigkeit von der Sorte ergeben. Diese Sortenunter-

schiede sind teilweise größer als die gleichzeitig festgestellten Standortunterschiede, teilweise sind aber auch die Standorteinflüsse größer als die Sorteneinflüsse. Auch die Einflüsse der Jahreswitterung liegen - sofern sie auftreten - hier in ähnlicher Größenordnung. Demgegenüber sind die in den meisten Fällen beobachteten N-düngungsbedingten Einflüsse bei allen drei Getreidearten und allen fünf untersuchten Mineralstoffen deutlich geringer als die Standort-, Jahreswitterungs- und Sorteneinflüsse. Hieraus wird auch deutlich, daß die zusätzliche späte Stickstoffdüngung zu Futtergetreide die Mineralstoffgehalte im Getreidekorn in der Regel offenbar nicht entscheidend beeinflußt und daß die düngungsbedingten Einflüsse in jedem Fall von Sorte, Standort und Witterung mehr oder weniger völlig überdeckt werden können.

Daß die Mineralstoffgehalte der Pflanze, speziell auch die Mineralstoffgehalte der Getreidekörner, relativ stark beeinflußt werden durch die unterschiedlichen Nährstoffangebote und Nährstoffaufnahmebedingungen auf den verschiedensten Standorten und bei unterschiedlicher Jahreswitterung sowie in einem gewissen Maße auch durch die Düngung und hierbei insbesondere auch durch die Stickstoffdüngung, ist bekannt. Und insofern entsprechen die hier festgestellten Einflüsse von Standort, Jahreswitterung und Düngung den Erwartungen. Weniger bekannt war bisher, wie stark sich Sorten der gleichen Art unter gleichen ökologischen Bedingungen in den Mineralstoffgehalten ihrer Körner unterscheiden können. Auch wenn genetisch bedingte Unterschiede grundsätzlich zu erwarten waren, so überrascht doch, mit welcher Regelmäßigkeit und in welchem deutlichem Ausmaße diese Unterschiede immer wieder zu Tage treten.

Bei den spelzenfreien Sorten Nackta und NOS Nackthafer ist dies im Vergleich zu den bespelzten Sorten aus dem Mineralstoffgehalt der Spelzen leicht erklärlich. Die Gehalte an K, Na und Ca sind in der Spelze relativ hoch, die an Mg und P relativ gering, so daß sich für die unbespelzten Sorten fast ausnahmslos die niedrigsten K-, Na- und Ca-Werte ergeben, gleichzeitig aber die höchsten Mg- und P-Werte. Bei den spelzenfreien Weizensorten einerseits und den bespelzten Gersten- und Hafersorten andererseits zeigen sich aber innerhalb einer Art ebenfalls sehr große Sortenunterschiede, und die mineralstoffreichsten Sorten liegen im Mittel

der verschiedenen Standorte in ihren Mineralstoffgehalten teilweise beträchtlich höher als die mineralstoffärmsten. Setzt man die Gehalte der mineralstoffärmsten Sorten gleich 100, so ergeben sich für die mineralstoffreichsten Sorten in etwa folgende Relativzahlen: bei Kalium zwischen 110 und 120, bei Natrium zwischen 110 und 190, bei Magnesium zwischen 110 und 120, bei Calcium zwischen 102 und 120, bei Phosphor zwischen 105 und 120. Diese Spannen vermitteln ein Bild davon, wie stark die genetischen Unterschiede beim hier untersuchten Material sind, und sie könnten vor allem auch für die Züchtung neuer Sorten von Interesse sein. Die Ursachen für diese deutlichen und teils sehr beträchtlichen Sortenunterschiede können sehr verschieden sein. Einmal kann die Aufnahme der einzelnen Mineralstoffe bei den verschiedenen Sorten sehr unterschiedlich sein, oder aber die Verlagerung der Mineralstoffe aus Halm und Blättern in die Körner (physiologische Ursachen). Zum anderen können die Korngröße, der Spelzenghalt, der Anteil des Keimlings am Gesamtkorn und der Anteil der Endospermaußenschichten am Gesamtkorn sortenspezifisch variieren und die sortenspezifischen Differenzen im Mineralstoffgehalt bedingen (morphologische Ursachen). Inwieweit diese oder andere Ursachen beim hier vorliegenden Untersuchungsmaterial die Sortenunterschiede bedingen, darüber könnte an Hand der hier vorliegenden Ergebnisse nur bedingt etwas ausgesagt werden. Hierzu wären weitergehendere Untersuchungen in dieser Richtung notwendig, nachdem in der vorliegenden Arbeit gemäß ihrer Aufgabenstellung zunächst ein Bild über die mögliche Variationsbreite der Mineralstoffgehalte bei Getreide gewonnen werden sollte.

Geht man von der Frage aus, wie stark sich mit verschiedenen Sorten auf verschiedenen Standorten unter unterschiedlichen Witterungsverhältnissen und bei unterschiedlicher Stickstoffdüngung erzeugte Getreidepartien in ihren Mineralstoffgehalten unterscheiden können, so ergeben sich sehr beträchtliche Unterschiede. Setzt man wieder die Werte der jeweils mineralstoffärmsten Einzelvarianten gleich 100, so ergeben sich für die mineralstoffreichsten Varianten folgende Relativzahlen: bei Kalium zwischen 140 und 160, bei Natrium zwischen 190 und 420, bei Magnesium zwischen 125 und 140, bei Calcium zwischen 130 und 180, bei Phosphor

zwischen 120 und 190. Dabei liegen die relativ = 100 gesetzten Minimalwerte bei den drei geprüften Arten Sommerweizen, Sommergerste und Hafer wie folgt: bei Kalium zwischen 4,00 und 4,70 g/kg Korn-TM, bei Natrium zwischen 0,04 und 0,08 g/kg, bei Magnesium zwischen 0,9 und 1,5 g/kg, bei Calcium zwischen 0,5 und 1,0 g/kg, bei Phosphor zwischen 3,40 und 3,80 g/kg Korn-TM.

In einer Wertung der im Rahmen dieser Arbeit gefundenen mehr oder weniger großen Differenzen in den Mineralstoffgehalten des Getreidekornes in Abhängigkeit von Standort, Sorte und Stickstoffdüngung erscheint es zweckmäßig, sich einmal die Bedarfswahlen anzusehen. Für den Menschen wird ein täglicher Bedarf von ca. 2 g Kalium, 0,3 g Magnesium, 0,8-2,0 g Calcium und 0,9-1,3 g Phosphor angegeben (HÖTZEL 1967, FISCHBACH 1967). In der Tierernährung rechnet man z.B. für eine Milchkuh mit einem Erhaltungsbedarf von ca. 30 g Ca und 20 g P sowie 5-7,5 g Mg pro Tag und für 1 l Milch einen Bedarf von ca. 2,5 g Ca und 2 g P (NEHRING 1963).

Hinsichtlich des Kaliums ist dabei festzustellen, daß der Bedarf des Menschen wie auch der Tiere im allgemeinen durch andere weit kalireichere Nahrungs- bzw. Futtermittel (Kartoffeln, Gemüse, Obst, Gras, Heu, Rüben) gedeckt wird und vor allem bei Milchkuhen zu gewissen Zeiten eher eine absolute oder aber im Verhältnis zu Natrium, Magnesium und Calcium eine relative Kaliüberversorgung vorhanden ist (Problem der Weidetetanie).

Die Natrium-Zufuhr durch das Getreide dürfte im allgemeinen relativ gering sein, und vor allem bei milchgebenden Tieren ist eine Zufuhr von Natrium in Form anderer Futtermittel bzw. speziell von Kochsalz notwendig, so daß sich eine weitere Erörterung der Natriumfrage in diesem Zusammenhang erübrigt.

Beim Magnesium steht einem Mg-Bedarf von 0,3 g pro Tag beim Menschen und von 5-7,5 g pro Tag bei Kühen ein Gehalt von ca. 1,0 g/kg Korn-TM bei den magnesiumärmsten und von 1,6-1,8 g bei den magnesiumreichsten Getreidevarianten dieser Untersuchungen gegenüber. Hieraus wird deutlich, daß das Getreide im Bedarfsfall einen wesentlichen Beitrag zur Magnesiumversorgung leisten kann.

Beim Calcium liegen die Verhältnisse anders. Dem Bedarf des erwachsenen Menschen von ca. 0,8-2 g Ca pro Tag steht ein Ca-Gehalt

in der Korn-TM von 0,5-0,8 g/kg bei Weizen gegenüber. Im Vergleich zum Erhaltungsbedarf einer Milchkuh von 30 g Ca pro Tag ist der Ca-Gehalt des Getreidekornes sehr niedrig. Auch in Relation zum Leistungsbedarf je 1 l Milch von 2,5 g kann das Getreide nur einen sehr bescheidenen Beitrag zur Ca-Versorgung leisten. Noch weniger ist dies der Fall bei der Fütterung von Schweinen und Geflügel.

Differenzierter ist der Beitrag des Getreides an der Phosphorversorgung zu betrachten. Hinsichtlich der Ernährung des Menschen stehen dem täglichen Bedarf von 0,9-1,3 g P zwar Gehalte von 3,5 g/kg Korn-TM (Minimalwerte) bis 5 g und mehr gegenüber. Jedoch muß berücksichtigt werden, daß je nach Verarbeitung des Getreides wesentliche P-Mengen abgetrennt werden können (z.B. bei Vermahlen zu hellen Mehlen, nicht dagegen bei Verwendung des Vollkornes, wie etwa bei Vollkornbrot und Haferflocken). Ferner muß berücksichtigt werden, daß der Phosphor im Getreidekorn zu ca. 70% in Form von Phytin vorliegt und als solcher kaum ausgenutzt werden kann, andererseits bei bestimmten Zubereitungen (z.B. im Verlaufe der Teigführung in der Bäckerei) durch Phytaseeinwirkung eine Phytinzerstörung eintritt und damit der Phosphor doch verfügbar wird. Auch bei der Fütterung monogastrischer Tiere ist die P-Ausnutzung aus dem Phytin des Getreidekornes nur in geringem Umfang möglich, so daß in erster Linie nur die 30% nicht-phytin-gebundener Phosphor des Getreidekornes ausgenutzt werden können. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Ernährung der Wiederkäuer. Mit Hilfe der Pansenflora wird auch der Phytinphosphor verfügbar, so daß mehr oder weniger der gesamte Phosphor des Getreidekornes von diesen Tieren genutzt werden kann. Sieht man den Phosphorgehalt dabei in Relation zum Gehalt an Stärkeeinheiten, so wird deutlich, daß das Getreidekorn einen sehr wesentlichen Beitrag zur P-Versorgung leisten kann.

Bei einem Erhaltungsbedarf einer Milchkuh von 3000 Stärkeeinheiten je Tag und 20 g P pro Tag würde bei Deckung des kalorischen Erhaltungsbedarfes mit Getreide ein Aufwand von 3,5-4 kg Getreide notwendig sein. Damit würden dem Tier aber auch ca. 12-14 g P zugeführt, wenn es sich um P-armes Getreide handelt, oder aber ca. 20 g P, wenn man die hier bei den P-reichsten Getreidevarianten gefundenen Werte zu Grunde legt. Betrachtet man die Relationen

hinsichtlich des Leistungsbedarfs für Milch, so ergibt sich folgendes Bild: 1 kg Getreide enthält die notwendigen Stärkeeinheiten für ca. 2,5 l Milch. Für diese 2,5 l Milch ergibt sich ein Bedarf von 5 g P (NEHRING 1963). Handelt es sich nun bei dem zur Verfütterung gelangenden Getreide um eine P-arme Partie, so reicht die P-Menge im Getreide für die entsprechende Milchmenge nicht aus; handelt es sich dagegen um eine P-reiche Partie, wie sie bei den P-reichen Varianten des hier behandelten Untersuchungsmaterials vorliegt, so kann der Leistungsbedarf an P aus der für die Milchleistung notwendigen Menge an Getreide voll gedeckt werden.

Insgesamt gesehen kann auf Grund der im Rahmen der vorliegenden Arbeit festgestellten z.T. sehr großen Differenzen in den Mineralstoffgehalten des Getreidekornes einerseits und den Relationen zwischen den Mineralstoffgehalten im Getreide und dem Bedarf an Mineralstoffen bei Mensch und Tier andererseits festgestellt werden, daß die niedrigen oder hohen Mineralstoffgehalte im Getreidekorn und die Ursachen für mehr oder weniger stark differenzierte Mineralstoffgehalte durchaus von Interesse sein können - zumindest bei einigen Mineralstoffen, vor allem bei P und Mg. Da neben dem Einfluß des Standortes vor allem der Einfluß der Sorte recht stark ist und teilweise auch die Düngung Einfluß hat, ergeben sich Hinweise für eine gezielte Erzeugung mineralstoffreicher Getreidepartien.

7. UNTERSUCHUNGEN ÜBER WEITERE QUALITÄTSKRITERIEN BEI HAFER

Neben der Rohproteinmenge und der Proteinzusammensetzung sowie den Mineralstoffgehalten spielen bei der Getreideart Hafer auch noch der Spelzengehalt, der Fettgehalt und die Fettsäurezusammensetzung eine größere Rolle für den ernährungsphysiologischen Wert. Um zu prüfen, wie stark die Einflüsse der Sorte einerseits und der der ökologischen Faktoren andererseits auf diese Qualitätseigenschaften sind, wurden an Probenmaterial verschiedener Feldversuchsreihen entsprechende Untersuchungen durchgeführt. Über die dabei erzielten Ergebnisse wird nachfolgend berichtet.

7.1. Fettgehalt und Fettsäurenanteile

7.1.1. Material und Methodik

Zur Prüfung der Frage, in welchem Ausmaße genetische Faktoren (Sorte) einerseits und ökologische Faktoren (Standort, Düngung) andererseits Fettgehalt und Fettsäurenanteile beeinflussen können, wurden für diese Untersuchung Proben von Standortversuchen sowie von Sorten- und Düngungsversuchen herangezogen. Im einzelnen handelt es sich um Proben aus den in Abschnitt "4. Untersuchungsmaterial" unter V12, V8, V13 und V10 angegebenen Versuchsreihen.

Der Rohfettgehalt wurde nach der SOXHLET-Methode bestimmt (Dichlormethan, 24 Std.). Zur Bestimmung der Fettsäuren erfolgte die Fettextraktion mit Petroläther (Kp unter 40°C). Ohne vorherige Verseifung des Fettes wurden die Fettsäuren unter direkter Einwirkung eines Katalysatorgemisches in Anlehnung an die Methode von SADINI (1963) in zugeschmolzenen Glasampullen bei 105°C in die entsprechenden Methylester überführt. Die Auftrennung der Fettsäuremethylester an einem Beckman-Gaschromatographen mit WLD-Ausrüstung erfolgte unter folgenden Bedingungen:

Säule: 1,8 m, Ø 1/8"

Belegung: 10% DEGS auf Chromosorb W, AW DMCS 100/120 mesh

Temperatur: 185°C

Trägergas: Stickstoff 25 ml/Min.

Die Chromatogramme wurden nach der Flächenvergleichsmethode ausgewertet und die Mengen der einzelnen Fettsäuren in Prozent der Gesamt-Fettsäurenmenge angegeben.

7.1.2. Ergebnisse

a. Hafer-Standort-Versuche 1966 und 1967 (V12)

Die an Proben aus der Versuchsreihe "Ökologischer Dauerversuch" ermittelten Fettgehalte und Fettsäureanteile sind in Tabelle 68 wiedergegeben.

Tabelle 68: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -
Einfluß von Standort und Jahreswitterung -
Versuchsreihe a 1966 u. 1967

Sorte Standort	"Fläminggold"			
	Groß-Gerau		Gießen	
	1966	1967	1966	1967
Korn-Rohfett-Gehalt (in % d.TM)	6,25	6,26	6,21	5,66
Myristinsäure	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Palmitinsäure	17,5	17,4	16,8	18,0
Stearinsäure	1,5	2,0	1,5	1,6
Olsäure	35,7	37,8	38,9	38,7
Linolsäure	41,5	38,6	40,9	39,4
Linolensäure	3,8	4,2	2,0	2,3

Bei gleicher Sorte lassen sich im Fettgehalt teilweise deutliche Unterschiede erkennen. Während die Gehalte im Versuchsjahr 1966 auf den beiden Standorten Groß-Gerau (anlehmiger Sand, trocken-warme Lage) und Gießen (schwerer Lehm, feuchter-kühlere Lage) mit 6,25% bzw. 6,21% praktisch gleich hoch liegen und der Wert für 1967 auf Standort Groß-Gerau mit 6,26% auch im zweiten Versuchsjahr wieder dasselbe Niveau zeigt, liegt der Wert im Jahre 1967 auf Standort Gießen mit nur 5,66% wesentlich niedriger.

Dies zeigt auf, wie stark Standort bzw. Witterungseinflüsse sich auswirken können.

In den Fettsäurenanteilen deuten sich gewisse Unterschiede in Abhängigkeit von Standort und Jahreswitterung an. Dies gilt insbesondere für die Anteile der Olsäure und der Linolsäure auf Standort Groß-Gerau in den verschiedenen Anbaujahren und bis zu einem gewissen Grade auch für die Anteile an Linolensäure in beiden Ver-

suchsjahren auf Standort Groß-Gerau einerseits und Standort Gießen andererseits.

Die an Proben aus der Versuchsreihe "Internationaler Dauerversuch" - in welcher sehr viel verschiedenere Standorte vergleichend gegenübergestellt werden - ermittelten Werte sind in Tabelle 69 zusammengestellt.

Tabelle 69: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -

Einfluß von Standort und Jahreswitterung -
Versuchsreihe 1966 u. 1967

Sorte Standort	R e g e n t							
	Rakizan 1966	Puch 1966	Hohen- heim 1966	Dülmen 1966	Lubeck 1966	Dülmen 1967	Groß- Gerau 1967	Rauisch- holzhaus. 1967
Korn-Rohfett (in % d.TM)	4,96	5,02	4,86	n.b.	5,20	5,39	5,81	5,43
Myristinsäure	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Palmitinsäure	19,5	17,6	17,1	18,0	17,8	19,7	20,8	22,2
Stearinsäure	1,1	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,3
Ölsäure	34,8	32,8	33,6	35,2	34,5	37,4	35,9	34,3
Linolsäure	41,8	45,2	44,6	43,9	43,9	40,0	41,1	41,5
Linolensäure	2,8	3,2	3,5	2,0	2,8	1,6	1,2	0,8

Auch bei diesen Proben der Sorte Regent treten in Abhängigkeit vom Standort Unterschiede im Fettgehalt auf. Deutlicher sind die Differenzen allerdings in den Fettsäurenanteilen bei gleicher Sorte und gleicher Düngung auf den verschiedenen Standorten. So liegen die Anteile der Palmitinsäure im Versuchsjahr 1966 zwischen 17,1% (Hohenheim) und 19,5% (Rakizan). Die Anteile der Ölsäure liegen zwischen 32,8% (Puch) und 35,2% (Dülmen). Noch deutlichere Unterschiede lassen die Anteile der Linolsäure erkennen, die auf Standort Rakizan nur 41,8% erreicht, auf Standort Puch dagegen 45,2%. Auch die Linolensäureanteile weisen Differenzen auf (2,0% Dülmen; 3,5% Hohenheim). Ähnliche standortbedingte Differenzen zeigen auch die Werte für die Proben aus dem Versuchsjahr 1967 bei den Anteilen für Palmitinsäure und Ölsäure. Der Vergleich der Proben von Standort Dülmen aus 1966 und 1967 läßt auch einen Einfluß der Jahreswitterung erkennen.

Sehr viel stärker treten die ökologisch bedingten Differenzen im Fettgehalt und in den Fettsäurenanteilen beim Vergleich von zwei australischen Hafersorten, einmal aufgewachsen in Australien und einmal aufgewachsen in Deutschland, auf. Diese Werte sind in Tabelle 70 wiedergegeben.

Tabelle 70: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -

Einfluss von Sorte und Herkunft - Australhafer-Versuch

	"Western-tag"		"Victorian"	
	australische Herkunft	deutsche Herkunft	australische Herkunft	deutsche Herkunft
Korn-Rohfett-Gehalt (in % d.TM)	8,79	6,67	8,67	7,10
Myristinsäure	1,1	0,8	0,5	0,6
Palmitinsäure	18,2	17,5	19,7	17,6
Stearinsäure	1,7	1,5	1,8	1,9
Ölsäure	45,4	40,5	49,5	40,3
Linolsäure	32,2	37,4	27,2	37,8
Linolensäure	1,4	2,4	1,4	2,0

Die in Australien-aufgewachsenen Haferkörner weisen mit 8,79 bzw. 8,67% deutlich höhere Fettgehalte auf als die deutschen Herkünfte gleicher Sorte mit nur 6,67 bzw. 7,10%. Neben den deutlichen Standorteinflüssen zeigen diese Werte gleichzeitig ein unterschiedliches Verhalten der beiden Sorten unter veränderten ökologischen Bedingungen.

Sehr deutliche Differenzen sind in den Fettsäurenanteilen in Abhängigkeit von der Herkunft festzustellen, wobei vor allem die Ölsäure- und Linolsäureanteile bei den australischen Herkünften wesentlich andere sind als bei den deutschen Herkünften. Die Western-tag Probe australischer Herkunft weist einen Ölsäureanteil von 45,4%, die deutscher Herkunft von nur 40,5% auf. Demgegenüber liegen die Relationen bei der Linolsäure umgekehrt. Die australische Herkunft hat einen Gehalt von nur 32,2%, die deutsche Herkunft einen solchen von 37,4%. Auch bei der Victorian-probe australischer Herkunft liegt der Ölsäureanteil mit 49,5% wesentlich höher als bei der deutschen Herkunft mit nur

40,3%, wozu^{bei} wegen der Linolsäureanteil bei der australischen Herkunft nur 27,2%, bei der deutschen Herkunft aber bei 37,8% liegt. Die beiden Australhaferarten gleichen sich unter den ökologischen Bedingungen in Deutschland also relativ stark an die bei deutschen Sorten deutscher Herkunft ermittelten Werte an. In diesen Ergebnissen kommt der überaus starke Einfluß der ökologischen Faktoren auf Fettmenge und Fettsäurenanteile sehr deutlich zum Ausdruck.

b. Hafer-Sorten-Düngungsversuch Gießen 1967 (V8)

Zur orientierenden Prüfung des Einflusses variiert^rer Phosphat- und Stickstoffgaben auf Fettgehalt und Fettsäurenanteile wurden aus einer größeren Feldversuchsserie zwei Proben der Sorte Flämingskrone mit unterschiedlicher P-Düngung und zwei Proben der Sorte Petkuser Weißhafer mit variiert^rer Stickstoffdüngung untersucht. Die erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 71 wiedergegeben.

Tabelle 71: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -

Einfluß der Düngung - Versuch Gießen 1967.

Sorte	Flämingskrone						Petkuser Weißhafer					
Düngung (kg/ha)	Variante 1			Variante 2			Variante 3			Variante 4		
	N ₅₀	P ₁₅	K ₁₂₀	N ₅₀	P ₃₀	K ₁₂₀	N ₅₀	P ₃₀	K ₁₂₀	N ₅₀₊₂₀₊₄₀	P ₃₀	K ₁₂₀
Korn-Rohfett- Gehalt (in % d. TM)	6,03			6,18			6,01			5,61		
Myristinsäure	n.b.			n.b.			n.b.			n.b.		
Palmitinsäure	21,9			20,1			19,6			18,9		
Stearinsäure	1,4			1,1			1,5			1,2		
Ölsäure	36,7			38,4			40,7			38,5		
Linolsäure	40,0			38,4			37,3			38,5		
Linolensäure	0,0			1,7			2,3			2,3		

Die erhöhte Phosphatgabe hat (auf dem ausreichend mit Phosphat versorgten Standort) in der Tendenz zu einer leichten Erhöhung im Fettgehalt geführt. Große Unterschiede in den Fettsäurenanteilen treten nicht auf; allerdings ist bemerkenswert, daß in

der Variante mit niedrigerer N-Gabe keine Linolensäure nachgewiesen werden konnte.

Die zusätzlichen späten Stickstoffgaben in Variante 4 gegenüber Variante 3 lassen eine sehr deutliche Veränderung des Fettgehaltes von 6,01% auf 5,61% erkennen. In den Fettsäurenanteilen treten keine größeren Unterschiede auf, wenn auch bei der Ölsäure eine Senkung durch die zusätzlichen späten N-Gaben angedeutet ist. Der Einfluß erhöhter N-Gaben ist hier demnach auf den Fettgehalt sehr viel deutlicher als auf die Fettzusammensetzung. Insgesamt weisen die Ergebnisse auf einen nur geringen Einfluß auf die Fettsäurenanteile hin.

c. Hafer-Sorten-Versuch Gießen 1968 (V 13)

Zur weiteren Prüfung der genetisch bedingten Unterschiede wurden Proben einer Versuchsreihe auf Standort Gießen mit Neuzüchtungen (Zuchtstämme verschiedener Zuchtstationen) untersucht. Die Ergebnisse sind in Tabelle 72 zusammengefaßt.

Tabelle 72: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -
Einfluß der Sorte - Versuch Gießen 1968

	Flämings- krone	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E
Korn-Rohfett- Gehalt (in % d. TM)	5,72	4,55	5,20	5,24	4,55	3,84
Myristinsäure	0,4	0,5	0,5	0,6	0,3	0,4
Palmitinsäure	17,2	18,7	17,2	18,3	16,3	16,5
Stearinsäure	1,1	1,1	1,1	0,9	1,0	1,1
Ölsäure	38,4	35,4	38,3	38,6	40,1	35,3
Linolsäure	41,2	41,3	41,2	39,0	40,2	44,2
Linolensäure	1,6	3,1	1,8	2,6	2,1	2,5

Gegenüber der Vergleichssorte Flämingskrone, die einen Fettgehalt von 5,72% erreicht, weisen alle hier untersuchten Stämme niedrigere Fettgehalte auf. Insbesondere der Stamm E liegt mit nur 3,84% extrem niedrig.

Der Anteil der Palmitinsäure liegt mit 16,3% bei Stamm D am niedrigsten und mit 18,7% bei Stamm A am höchsten. Die beiden Genotypen unterscheiden sich auch im Anteil der Ölsäure sehr deutlich: Stamm D liegt hier mit 40,1% am höchsten, Stamm A mit 35,4% neben Stamm E mit 35,3% am niedrigsten. Auch im Linolsäureanteil lassen sich klare Unterschiede erkennen. Hier liegt Stamm E mit 44,2% eindeutig an der Spitze, Stamm C mit 39,0% am niedrigsten. Beim Anteil der Linolensäure sind ebenfalls Unterschiede angedeutet.

d. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1970 (V10)

Die am Probenmaterial dieser mit verschiedenen Sorten auf unterschiedlichen Standorten durchgeführten Versuchsreihe ermittelten Werte sind in Tabelle 73 zusammengestellt.

Vergleicht man zunächst die Proben der Sorte Flämingskrone auf den drei Standorten Uttenreuth, Hilgert und Echterdingen bei gleichen oder sehr ähnlichen N-Gaben, so ergeben sich im Fettgehalt deutliche Standortunterschiede. Auch in den Fettsäurenanteilen sind gewisse standortbedingte Differenzen angedeutet. Das gilt insbesondere für die Anteile der Palmitin- und Linolsäure. Ein Vergleich der Sorten Pollux und Flämingskrone auf Standort Uttenreuth einerseits und der Sorten Tiger und Flämingskrone auf Standort Echterdingen andererseits läßt im Fettgehalt deutliche Sortenunterschiede erkennen. Im Mittel der geprüften Düngungsstufen weist die Sorte Flämingskrone etwas höhere Fettgehalte auf als die Sorten Pollux und Tiger. Bei den Fettsäurenanteilen deuten sich auf Standort Uttenreuth höhere Palmitin- und niedrigere Öl- und Linolsäureanteile bei Flämingskrone gegenüber Pollux an. Auf Standort Echterdingen sind keine Differenzen in den Fettsäurenanteilen bei den beiden geprüften Sorten Flämingskrone und Tiger zu erkennen. Der Einfluß steigender Stickstoffgaben auf den Fettgehalt ist z.T. sehr deutlich, in der Tendenz aber nicht immer klar. Hohe N-Gaben führen auch hier in den meisten Fällen zu mehr oder weniger deutlich verminderten Fettgehalten. Bei den Fettsäurenanteilen macht sich nur bei Sorte Flämingskrone auf Standort Uttenreuth ein Einfluß der variierten Stickstoffdüngung

Tabelle 72: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) -
Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1970

Standort	Sorte	N-Düngung kg/ha	Rohfett in % d. TM	Palmitin- säure	Stearin- säure	Ol- säure	Linol- säure	Linolen- säure
Uttenreuth NB	Pollux	N0	6,3	12,8	1,2	40,2	43,2	2,6
		N60	6,0	13,0	1,3	40,9	42,1	2,9
		N140	5,5	11,3	1,3	40,8	43,8	2,9
		N60+60	6,2	13,5	1,7	40,0	42,0	2,8
Hil- ferts	Flämings- krone	N0	6,6	12,3	1,9	37,8	45,2	2,9
		N60	7,2	15,1	2,8	38,8	40,2	3,4
		N140	6,9	13,5	1,6	39,7	41,5	3,7
		N60+80	6,0	14,2	1,8	40,3	40,4	3,3
Echterdingen BW	Tiger	N0	6,3	12,7	1,4	39,1	42,6	3,1
		N60	6,2	12,4	1,3	37,6	44,0	4,8
		N70	5,6	13,8	1,2	38,6	43,4	3,0
		N30+40+30	5,8	13,9	1,6	38,9	42,7	3,0
Echterdingen BW	Flämings- krone	N70	7,6	12,9	1,8	40,1	42,4	2,9
		N30+40+30	6,5	12,8	1,5	39,5	42,8	3,3

stärker bemerkbar. Auffallend ist hier die Tendenz zu leicht erhöhten Palmitin- und Ölsäureanteilen mit steigender N-Gabe, auffallend vor allem aber auch der hohe Linolsäuregehalt von 45,2% bei der Variante ohne N-Düngung im Vergleich zu den mit N gedüngten Varianten auf diesem Standort. Insgesamt lassen diese Untersuchungsergebnisse jedoch wiederum erkennen, daß der Düngungseinfluß auf die Fettsäurenanteile auch hier nur sehr gering ist.

e. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuche 1971 (V11)

In Fortsetzung der vorstehend beschriebenen Untersuchungen wurden die Proben von neun Hafersorten in zwei Düngungsstufen von zwei verschiedenen Standorten untersucht. Die ermittelten Ergebnisse sind in Tabelle 74 zusammengestellt.

Vergleicht man die Mittelwerte für die jeweils neun Sorten, so sind Standortunterschiede im Fettgehalt festzustellen - vor allem in Düngungsstufe N₃, in der auf Standort Dorfborn nur ein Fettgehalt von 5,6%, auf Standort Hungen ein solcher von 6,0% ermittelt wurde. Bei den einzelnen Sorten sind die Differenzen zwischen den beiden Standorten teils deutlich größer, als dies aus den Mittelwerten hervorgeht. In den Fettsäurenanteilen sind im Mittel der neun Sorten kaum Standortunterschiede festzustellen, wenn auch bei einzelnen Sorten gewisse Differenzen - etwa im Linolsäuregehalt - angedeutet sind. Vergleicht man die Werte für die einzelnen Sorten, so ergeben sich im Fettgehalt auf beiden Standorten sehr deutliche Sortenunterschiede. An der Spitze liegen jeweils die Sorten Arnold und Julius; niedrige Rohfettgehalte weist auf beiden Standorten die Sorte Enweiß und auf Standort Dorfborn die Sorte Agrippa sowie auf Standort Hungen die Sorte Tiger auf. In den Fettsäurenanteilen sind ebenfalls gewisse Sortenunterschiede angedeutet. So liegt auf Standort Dorfborn die Sorte Julius im Ölsäuregehalt im Mittel der beiden Düngungsstufen bei 41,4%, die Sorte Thor bei nur 37,4%. Auf Standort Hungen ergeben sich bei den Ölsäureanteilen nicht ganz so große Differenzen. Auch in den Linolsäureanteilen sind gewisse sortenspezifische Unterschiede angedeutet. So weist auf Standort Dorfborn die Sorte Delphin im Mittel der beiden Düngungsstufen einen Linol-

Tabelle 24: Rohfettgehalt und Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt bei Hafer (in %) - Einfluß von Sorte, Standort und N-Düngung - Versuchsreihe 1971.

Sorte u. Düngungsstufe	D o r f b o r n				b u n g e n			
	Konfett in % d.ATM.	Palmitin- säure	Öl- säure	Linol- säure	Rohfett in % d.ATM.	Palmitin- säure	Cl- säure	Linol- säure
Agrippa N1 N3	5,6 4,9	12,1 12,7	1,4 1,5	38,6 40,0	44,8 42,0	11,5 11,9	40,9 40,8	41,5 41,7
Arnold N1 N3	6,7 6,3	12,6 12,7	2,4 2,0	40,1 40,3	42,1 42,4	12,5 12,8	42,1 42,4	40,2 39,0
Delphin N1 N3	5,7 5,5	12,8 13,4	2,6 1,6	40,5 39,3	40,9 41,7	12,7 12,2	42,7 41,4	39,5 42,4
Enweib N1 N3	5,4 5,3	13,2 12,3	1,2 1,3	37,3 39,3	44,8 43,7	12,4 11,6	38,4 41,5	44,5 41,1
Flämings- krone N1 N3	6,1 6,0	12,0 12,6	1,1 1,3	40,1 39,4	43,4 43,1	12,6 12,7	41,6 42,5	41,0 39,1
Flämings- perle N1 N3	5,3 5,1	11,3 12,9	0,8 1,1	39,4 40,4	45,2 42,4	13,4 12,0	40,3 42,8	41,6 39,6
Julius N1 N3	6,8 6,5	11,6 11,6	1,1 1,2	41,7 41,0	42,4 42,9	11,9 12,0	42,7 42,4	39,8 39,8
Tiger N1 N3	5,5 5,2	12,7 12,2	1,6 1,8	39,9 38,6	42,0 44,1	12,3 12,7	40,8 40,7	42,2 42,1
Thor N1 N3	5,7 5,6	13,4 11,9	0,8 1,2	37,2 37,6	44,6 44,9	11,8 12,1	40,3 39,7	42,9 42,6
Mittel N1 N3	5,9 5,6	12,4 12,5	1,4 1,4	39,4 39,5	43,4 43,0	12,3 12,2	41,2 41,7	41,5 40,3

säureanteil von 41,3%, die Sorte Thor aber einen solchen von 44,8% auf. Auf Standort Hungen sind diese Tendenzen wiederum nicht so klar zu erkennen.

Der Einfluß einer erhöhten Stickstoffdüngung auf den Fettgehalt macht sich auf Standort Dorfborn deutlich bemerkbar, auf Standort Hungen im Mittel der neun Sorten jedoch kaum. Auf beiden Standorten treten aber bei einzelnen Sorten sehr deutliche Verminderungen im Fettgehalt bei erhöhter N-Düngung ein. In den Fettsäureanteilen ergeben sich im Mittel der neun Sorten auf beiden Standorten keine Unterschiede, und auch bei den einzelnen Sorten sind größere Differenzen nicht zu beobachten.

7.2. Spelzengehalte sowie Tausend-Korn-Gewichte, Tausend-Kern-Gewichte und Sortierung.

7.2.1. Material und Methodik

Zur Untersuchung des Einflusses von Standort, Sorte und Düngung auf diese äußeren Qualitätsmerkmale des Haferkornes wurden ausgewählte Proben eines Sorten-N-Düngungsversuches von Standort Gießen aus 1967, eines Sorten-Standort-N-Düngungsversuches aus 1970 und eines Sorten-Standort-N-Düngungsversuches aus 1971 herangezogen. Es handelt sich um Proben der in Abschnitt "4. Untersuchungsmaterial" unter V8, V10 und V11 beschriebenen Versuche.

Die Tausend-Korn-Gewichte wurden an zweimal 10 g Körnern bestimmt, die Tausend-Kern-Gewichte und die Spelzenanteile nach Handentspelzung dieser Proben. Für die Bestimmung der Anteile der einzelnen Korngrößenklassen wurden jeweils zweimal 100 g Körner auf einer Schlitzloch-Sortiermaschine fraktioniert. Die an einem Teil des Untersuchungsmaterials ermittelte Schälbarkeit der Haferkörner wurde mit einem Unterläuferentspelzer in der Bundesforschungsanstalt für Getreideverarbeitung in Berlin durchgeführt.

7.2.2. Ergebnisse

a. Hafer-Sorten-N-Düngungsversuch 1967 (V8)

Am Probenmaterial der beiden Sorten Flämingskrone und Retkuser Weißhafer wurde der Einfluß steigender bzw. zusätzlicher Stick-

stoffgaben auf den Spelzengehalt des Haferkornes untersucht. Den morphologischen Spelzengehalten (ermittelt durch Mandentspelzung) sind die Ergebnisse einer technologischen Entspelzung (Entspelzen im Unterläuferschälgang) gegenübergestellt. An einem Teil der Proben wurden auch TKG und TKeG ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 75 zusammengefaßt.

Tabelle 75: Spelzengehalt, Schälergebnis, Tausend-Korn-Gewicht und Tausend-Kern-Gewicht bei Hafer -

Einfluß von Sorte und N-Düngung - Versuch Giesen 1967

Sorte u. Düngung (kg N/ha)	Spelzengehalt (in % d. Korn-TM)	Schälergebnis (Anteil in %)			TKG (g Korn-TM)	TKeG
		Kerne	Spelzen	Übergang		
Flämingskrone						
N 0	25,5	59,5	34,2	5,3	27,2	20,5
N 50	25,5	58,8	36,8	4,4	26,9	20,0
N 50+20	25,4	61,1	33,0	5,9		
N 50+40	24,4	64,2	32,3	3,5	29,7	22,5
N 50+20+40	23,6	63,9	29,4	6,7		
Mittel	24,9	61,5	33,1	5,4		
Petkuser Weißhafer						
N 0	25,2	60,8	37,1	2,1	26,7	20,0
N 50	23,8	66,6	28,3	5,1	28,7	21,9
N 50+20	23,6	65,5	31,2	3,3		
N 50+40	23,6	67,6	29,6	2,8	22,4	24,8
N 50+20+40	22,8	68,1	28,9	3,0		
Mittel	23,8	67,7	31,0	3,2		

Die Werte für die Spelzenanteile in Spalte 1 liegen in jeder der fünf Düngungsstufen und damit auch im Mittel für Sorte Flämingskrone etwas höher als für Petkuser Weißhafer (Mittelwerte = 24,9 bzw. 23,8). Durch die steigende Stickstoffdüngung ist der Spelzengehalt bei beiden Sorten gesenkt worden, bei Petkuser Weißhafer stärker als bei Flämingskrone. Die spelzenärmere Sorte Petkuser Weißhafer hat also auf die steigende Stickstoffdüngung auch mit einer stärkeren Verringerung des Spelzengehaltes reagiert. Vergleicht man diese morphologischen Spelzengehalte mit dem tech-

nischen Spelzenanteil, so ergibt sich folgendes Bild: Der Spelzenanfall beim technischen Schälen liegt bei jeder der untersuchten Varianten weit höher als der durch Handentspelzung ermittelte morphologische Spelzenanteil, weil beim maschinellen Entspelzungsverfahren Teile des Kernes mit in die Spelzenfraktion gelangen (insbesondere Keimlingsanteile). Die Differenz ist besonders bei unzureichend mit Stickstoff versorgten Varianten zu erkennen und beträgt in Düngungsvariante N_0 absolut zwischen 9 und 12% (ca. 34 bzw. 37% gegenüber ca. 25%). In der höchsten Düngungsstufe liegt der technische Spelzenanteil mit ca. 29% nur noch um absolut 6% über dem morphologischen Spelzenanteil mit ca. 23%. Während also die steigende Stickstoffdüngung die morphologischen Spelzengehalte nur um ca. 2% vermindert, wird der technische Spelzenanteil um 6-8% verringert. Die Schälbarkeit der Haferkörner wird also wesentlich stärker verbessert als der morphologische Spelzengehalt. Im Mittel aller fünf Düngungsstufen weist Flämingskrone auch hier den höheren Spelzenanteil auf, lediglich in Düngungsstufe N_0 liegt der Spelzenanteil bei Petkuser Weißhafer mit 37,1% deutlich höher als bei Flämingskrone mit 34,2%.

Insgesamt gesehen nimmt der Spelzenanteil mit erhöhter Stickstoffgabe ab, und der Anteil der gewinnbaren Kerne nimmt bei beiden Sorten mit steigender N-Düngung stark zu - bei Petkuser Weißhafer aber weit stärker als bei Flämingskrone, so daß sich auch im Mittel der fünf Düngungsvarianten für Petkuser Weißhafer ein deutlich höherer Anteil an gewinnbaren Kernen ergibt als für Flämingskrone (Mittelwerte = 65,7 bzw. 61,5%). Die festgestellten TKG und TKeG liegen im Mittel bei Flämingskrone niedriger als bei Petkuser Weißhafer. Bei beiden Sorten werden sie durch zusätzliche Stickstoffgaben erhöht, die TKeG deutlich stärker als die TKG, weil der Spelzenanteil bei steigendem TKG abnimmt.

b. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1970 (V10)

Die an den Proben verschiedener Sorten und N-Düngungsstufen von drei Standorten ermittelten Ergebnisse über Spelzengehalt, TKG, TKeG und Sortierung sind in Tabelle 76 wiedergegeben.

Vergleicht man zunächst die Spelzengehalte der Sorte Flämings-

Tab. 10: Stücken und 100 St.-Form-Äquivalent, Kausend-fert.-Äquivalent und Sieb-
artigkeit der Kiefer -

Einfluss von Sorte, Stauroit und n-Düngung - Versuchsreihe 1970

Stand- ort	Sorte	n-Düngung (g / m ²)	Spelzenge- halt (in % n-Form-N)	TKG (g Form-N)	TKEG	Siebverteilung (in %)				
						2,0	4,0	8,0	16,0	32,0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	Pollux	N ₀	29,8	20,1	21,1	0,0	0,0	0,0	11,1	
		N ₁₀	28,5	29,4	21,0	2,2	4,1	4,9	12,7	
		N ₁₊₀	28,8	20,2	21,5	2,2	4,5	5,9	17,4	
		N ₁₊₀₊₀	29,2	20,2	18,5	7,1	8,3	25,2	8,1	
	Flaminio- krone	N ₀	20,7	22,2	22,0	0,0	0,7	22,9	9,9	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	Flaminio- krone	N ₁₀	20,2	21,2	22,2	0,0	0,0	27,0	9,0	
		N ₁₊₀	25,8	20,2	22,4	9,0	53,8	25,4	0,0	
		N ₁₊₀₊₀	20,2	22,4	22,0	8,2	0,0	20,5	2,2	
		N ₀	25,7	24,2	18,2	5,0	45,0	25,7	0,2	
	Kiefer	N ₁₀	27,1	20,0	21,2	4,2	25,2	44,7	20,0	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	Flaminio- krone	N ₁₊₀₊₀	27,1	24,0	21,7	5,0	0,0	20,2	20,0	
		N ₁₊₀	27,1	24,0	21,7	5,0	0,0	20,2	20,0	
		N ₀	27,1	24,0	18,5	9,1	0,0	25,1	2,2	
		N ₁₊₀₊₀	27,1	24,0	18,4	7,1	0,0	27,1	0,0	

krone auf den drei verschiedenen Standorten bei etwa vergleichbaren Düngungsstufen, so lassen sich sehr deutliche Standortunterschiede ablesen. Während auf Standort Uttenreuth die Spelzengehalte bei den Düngungsvarianten N_0 und N_{60} bei ca. 30% liegen, liegen sie auf Standort Hilgert bei nur ca. 25%, ebenso bei Düngungsvariante N_{70} auf Standort Echterdingen. Sortenunterschiede im Spelzengehalt treten demgegenüber beim hier vorliegenden Material nicht deutlich zu Tage, wenn sich auch auf Standort Uttenreuth (außer N_{140}) bei Sorte Flämingskrone eine Tendenz zu etwas höheren Spelzengehalten andeutet als bei Pollux. Der Einfluß steigender Stickstoffgaben auf den Spelzengehalt ist auf Standort Uttenreuth mit einer Ausnahme gering, auf Standort Hilgert weist die Variante N_{60} gegenüber Variante N_0 einen deutlich geringeren Spelzenanteil auf. Auf Standort Echterdingen liegt der Spelzengehalt bei Variante N_{70} bei beiden Sorten deutlich niedriger als bei den Varianten $N_{30+40+30}$.

Die Tausend-Korn-Gewichte lassen ebenfalls einen sehr starken Standorteinfluß erkennen. So liegen die Werte für Flämingskrone bei Düngungsvariante N_{60} auf Standort Uttenreuth bei 32,3 g, auf Standort Hilgert bei nur 22,0 g und bei Variante N_{70} auf Standort Echterdingen bei 24,6 g. Sortenunterschiede im Tausend-Korn-Gewicht lassen sich sowohl auf Standort Uttenreuth als auch auf Standort Echterdingen deutlich erkennen; auf ersterem liegen die Werte für Pollux etwas niedriger als für Flämingskrone, während auf Standort Echterdingen die Werte für Tiger deutlich höher liegen als für Flämingskrone. Auch Düngungseinflüsse treten beim Tausend-Korn-Gewicht deutlich zu Tage, wobei beim hier vorliegenden Untersuchungsmaterial Verringerungen im Tausend-Korn-Gewicht bei erhöhter N-Düngung auf den beiden Standorten Uttenreuth und Hilgert zu erkennen sind, während sich auf Standort Echterdingen eher eine Erhöhung ablesen läßt.

Für das Tausend-Kern-Gewicht liegen die Verhältnisse ähnlich wie für das Tausend-Korn-Gewicht. Die Standort-, Sorten- und Düngungsunterschiede treten auch hier in Erscheinung.

Die Siebsortierung läßt an den vergleichbaren Varianten ebenfalls mehr oder weniger deutliche Standortunterschiede erkennen. Sehr viel stärker treten jedoch Sortenunterschiede hervor (gene-

tisch bedingte Unterschiede in den Kornformen!). Das spiegelt sich insbesondere im Anteil der sehr großen Körner ($> 2,5$ mm) wieder. Sehr deutliche Unterschiede in der Sortierung ergeben sich auch bei unterschiedlicher Düngung, vor allem bei den beiden mittleren Korngrößenfraktionen.

c. Hafer-Sorten-Standort-N-Düngungsversuch 1971 (V11)

Die an den Proben von neun Sorten in zwei Düngungsstufen ($N_1 = 60+0+0$ und $N_3 = 60+40+60$) von zwei Standorten ermittelten Ergebnisse sind in Tabelle 77 zusammengefaßt.

Die Spelzengehalte lassen im Mittel der neun Sorten und der beiden Düngungsstufen keine klaren Standortunterschiede erkennen (28,8% auf Standort Dorfborn, 28,4% auf Standort Hungen). Zwischen den Sorten ergeben sich im Mittel der beiden Standorte und der beiden Düngungsstufen sehr große Unterschiede in den Spelzengehalten: Eindeutig am günstigsten liegen auf beiden Standorten die Sorte Flämingsskrone und Thor mit Spelzenanteilen von ca. 26 bzw. 27%. Die höchsten Spelzengehalte weisen hier die Sorte Tiger mit mehr als 31% und die Sorten Agrippa und Enweiß mit Spelzengehalten um 29 bis 30% auf. Der Einfluß der erhöhten N-Düngung ist auf den beiden Standorten sehr unterschiedlich: Auf Standort Dorfborn führt die erhöhte N-Düngung bei jeder der neun geprüften Sorten zu einer Verringerung der Spelzengehalte. Am stärksten wird der Spelzenanteil durch erhöhte N-Düngung gesenkt bei den Sorten Tiger von 33,6 auf 31,1%, Thor von 28,3 auf 25,9% und Arnold von 30,0 auf 27,6%. Im Mittel aller neun Sorten ergibt sich eine Verminderung des Spelzenanteiles durch erhöhte N-Düngung auf Standort Dorfborn von 29,6 auf 27,9%. Ein ganz anderes Bild zeigt sich dagegen auf Standort Hungen. Hier wird der Spelzengehalt durch die erhöhte N-Düngung in Düngungsvariante N_3 gegenüber Düngungsvariante N_1 bei manchen Sorten leicht verringert - am stärksten bei der Sorte Julius von 29,7 auf 27,0%, sowie bei den Sorten Thor und Tiger. Andererseits wird der Spelzengehalt bei einer Anzahl von Sorten aber auch ebenso deutlich erhöht, insbesondere bei den Sorten Enweiß, Flämingsskrone und Delphin. Im Mittel der neun geprüften Sorten führt die erhöhte

Tabelle 77: Spelzenghalt, Tausend-Korn-Gewicht, Tausend-Kern-Gewicht und Siebsortierung bei Hafer -
Einfluss von Sorte, Standort und K-Düngung - Versuchsreihe 1971

Sorte	D o r f b o r n					H u n g e n					Speitzenghalt (Mittelwerte) % Korn-TM
	Speizen- gehalt % Korn-TM	TKG TKG		Siebsortierung in % ≤ 1,0 1,0-2,0 2,0-2,5 > 2,5	TKG g Korn-TM	TKG g Korn-TM	TKG TKG		Siebsortierung in % ≤ 1,0 1,0-2,0 2,0-2,5 > 2,5		
		g Korn-TM	g Korn-TM				g Korn-TM	g Korn-TM			
Agrippa	N1	31,1	28,5	26,5	1,3 11,2 41,7 45,5	N1	28,5	36,4	26,0	3,0 26,5 51,1 16,1	29,8 21,5
	N3	29,4	33,0	23,5	1,9 17,5 41,7 38,5	N3	29,0	39,4	26,0	3,0 26,0 51,0 17,7	29,2
Arnold	N1	30,0	36,1	25,5	3,1 32,9 56,0 7,0	N1	27,8	34,2	24,7	5,2 31,8 52,9 9,9	26,9 22,4
	N3	27,6	33,3	24,1	4,2 43,6 47,9 6,0	N3	27,9	35,2	25,4	4,3 34,7 49,5 10,7	27,3
Delphin	N1	28,9	34,0	24,2	1,2 18,1 46,9 32,0	N1	27,9	31,9	23,0	3,7 23,5 44,6 27,8	26,6 20,3
	N3	27,3	34,9	25,4	1,5 17,7 42,9 36,1	N3	29,1	34,3	24,3	5,1 24,9 41,0 22,7	26,2
Eneis	N1	30,0	37,0	25,9	1,3 16,8 59,7 22,2	N1	28,6	35,3	25,2	3,4 23,9 57,4 15,1	29,2 20,0
	N3	29,2	34,9	24,7	1,2 24,1 61,1 13,1	N3	31,4	35,6	24,4	5,5 25,8 50,9 13,3	29,6
Flamings- krone	N1	27,1	30,9	22,5	1,0 18,1 61,8 13,7	N1	24,7	28,7	21,6	3,6 28,5 51,1 10,1	25,9 26,0
	N3	25,2	29,4	22,0	1,2 19,7 63,0 15,6	N3	27,0	29,2	21,3	4,1 26,0 51,0 17,7	26,1
Flamings- perle	N1	28,7	34,1	24,3	2,2 21,5 61,4 14,7	N1	28,9	31,8	22,6	5,6 32,2 46,3 10,5	26,8 26,3
	N3	28,0	32,8	23,5	3,4 36,3 52,0 8,2	N3	27,5	32,0	23,2	4,7 32,6 48,1 14,2	27,3
Julius	N1	28,7	31,3	22,3	1,6 31,1 56,0 10,8	N1	29,7	29,9	21,0	4,8 42,7 41,1 10,9	29,2 20,3
	N3	27,5	29,8	21,6	3,6 51,8 40,0 5,9	N3	27,0	30,3	22,1	5,3 37,8 43,4 13,5	27,3
Tiger	N1	33,6	34,2	22,7	1,4 14,6 44,8 30,8	N1	30,8	34,8	24,1	3,5 14,8 42,3 38,0	32,2 31,4
	N3	31,1	30,2	26,8	2,6 21,8 40,2 23,4	N3	29,9	35,0	23,1	2,7 14,2 38,9 43,3	30,5
Thor	N1	26,3	30,3	21,7	1,9 32,0 56,0 8,9	N1	28,1	30,2	21,7	3,7 31,0 51,6 13,1	23,2 27,4
	N3	25,9	30,0	21,2	2,2 34,4 53,3 3,7	N3	27,1	28,5	20,8	5,6 38,7 46,4 8,7	26,5
Mittel	N1	29,6	34,0	23,9	1,7 23,1 54,0 22,2	N1	28,3	32,6	23,3	4,1 28,9 48,9 17,6	
	N3	27,9	32,0	23,1	2,5 29,4 49,8 12,1	N3	28,4	35,1	23,6	4,5 29,4 46,7 16,6	

N-Düngung auf Standort Hungen deshalb zu keiner Veränderung im Spelzgehalt.

Die Tausend-Korn-Gewichte zeigen auf diesen beiden Standorten im Mittel der neun Sorten und der beiden Düngungsstufen keine sehr großen Unterschiede (auf beiden Standorten um 33 g). Demgegenüber treten erwartungsgemäß sehr große sortenbedingte Unterschiede zu Tage. Auf Standort Dorfborn weisen die beiden Sorten Agrippa und Enweiß im Mittel der beiden Düngungsstufen eindeutig die höchsten Tausend-Korn-Gewichte auf, die Sorte Flämingskrone, Julius und Thor die niedrigsten. Auch auf Standort Hungen liegen die beiden Sorten Agrippa und Enweiß im Tausend-Korn-Gewicht eindeutig an der Spitze, die Sorten Flämingskrone, Julius und Thor am Schluß. Die absoluten Differenzen zwischen den höchsten und den niedrigsten Tausend-Korn-Gewichten sind sehr bedeutend. So liegen die Tausend-Korn-Gewichte für die Sorte Flämingskrone auf Standort Hungen in beiden Düngungsstufen um 29 g; die vergleichbaren Proben der Sorte Agrippa weisen dagegen Tausend-Korn-Gewichte um 36 bzw. 39 g auf.

Der Einfluß der erhöhten Stickstoffdüngung ist auf den beiden Standorten und bei den einzelnen Sorten unterschiedlich. Im Mittel der neun Sorten nimmt das Tausend-Korn-Gewicht auf Standort Dorfborn von 34,0 g in Düngungsstufe N_1 auf 32,0 g in Düngungsstufe N_3 ab. Auf Standort Hungen dagegen ist die Tendenz zu einem Anstieg zu verzeichnen (von 32,6 auf 33,1 g). Starke Abnahmen im Tausend-Korn-Gewicht durch steigende Stickstoffdüngung weisen auf Standort Dorfborn die Sorten Agrippa (von 38,5 auf 33,0 g), Arnold und Enweiß auf; auf Standort Hungen dagegen weisen Agrippa (von 36,4 auf 39,4 g) und Delphin eine deutliche Erhöhung im Tausend-Korn-Gewicht auf, während sich hier alle übrigen Sorten nicht oder nur wenig in ihrem Tausend-Korn-Gewicht verändern.

Die Tausend-Kern-Gewichte liegen auf beiden Standorten im Mittel aller geprüften Sorten und N-Stufen um 23,5 g. Zwischen den verschiedenen Sorten ergeben sich wiederum deutliche Unterschiede, wobei auf beiden Standorten die Sorten Agrippa, Arnold und Enweiß im Tausend-Kern-Gewicht an der Spitze liegen. Die steigende Stickstoffdüngung läßt einen unterschiedlichen Einfluß bei den einzelnen Sorten erkennen. Auf Standort Dorfborn ist - mit Aus-

nahme der Sorten Delphin und Thor - eine Verringerung des TKeG durch erhöhte N-Düngung deutlich ausgeprägt oder aber angedeutet. Auf Standort Hungen dagegen sind die TKeG bei einigen Sorten durch erhöhte N-Gaben auch deutlich erhöht.

In den Sortierungs-Ergebnissen spiegeln sich deutliche Standortunterschiede wieder. Auf dem feuchteren Standort Dorfborn liegt der Anteil der beiden größten Fraktionen im Mittel aller Sorten- und N-Düngungsvarianten deutlich höher als auf Standort Hungen. Zwischen den Sorten treten ebenfalls sehr große Unterschiede zu Tage. Hervorzuheben sind vor allem die sehr hohen Anteile an sehr großen Körnern ($> 2,5$ mm) bei den Sorten Agrippa, Delphin und Tiger auf Standort Dorfborn und bei den Sorten Tiger und Delphin auf Standort Hungen. Auch ein Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Siebsortierung zeichnet sich ab, vor allem auf Standort Dorfborn. Gegenüber Düngungsstufe N_1 weist die Düngungsstufe N_3 niedrigere Anteile der beiden größten Kornfraktionen und höhere Anteile in den kleinen Kornfraktionen auf.

7.3. Zusammenfassende Betrachtung und Diskussion der Ergebnisse

Im Gegensatz zu Weizen und Gerste weist Hafer einerseits einen hohen Fettgehalt, andererseits einen sehr hohen Spelzengehalt auf. Beide Faktoren haben große Bedeutung für seine Verwendung als Nahrungs- bzw. Futtermittel. Denn der relativ hohe Fettgehalt spielt sowohl in kalorischer Hinsicht als auch auf Grund der günstigen Fettsäurezusammensetzung des Haferfettes in Bezug auf spezifische ernährungsphysiologische Wirkungen (Linolsäure = essentielle Fettsäure) eine Rolle. Außerdem ist dieser Fettgehalt für die Haltbarkeit der aus Hafer hergestellten Nahrungs- und Futtermittel von Bedeutung, wobei die einzelnen ungesättigten Fettsäuren, das Vorkommen der Lipase und Lipoxydase, die vorhandenen Antioxydantien u.ä. Faktoren wichtig sind. Der hohe Spelzengehalt, der je nach Kornausbildung zwischen 20 und 50% liegen kann, stellt in der Ernährung des Menschen und der monogastrischen Tiere einen begrenzenden Faktor dar, da die Spelze vorwiegend aus Ballaststoffen besteht. Für die Herstellung von Nahrungsmitteln für den Menschen und von ballastarmen Futtermitteln ist

deshalb eine technologische Entfernung der Spelze notwendig. Hierbei spielt neben dem Spelzengehalt an sich auch die Entspelzbarkeit eine wesentliche Rolle.

Im Hinblick auf diese Fakten erfolgten beim Hafer im Rahmen dieser Arbeit neben Untersuchungen über Proteinmenge und Proteinzusammensetzung sowie Mineralstoffgehalte auch Untersuchungen über die Fettgehalte, die Anteile der einzelnen Fettsäuren am Gesamtfettsäuregehalt des Haferfettes, die Spelzengehalte, teilweise die Schälbarkeit und einige mit diesen Faktoren in Zusammenhang stehende Merkmale (TKG, TKeG, Sortierung). Betrachtet man die im Rahmen dieser Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse zusammenfassend, so läßt sich feststellen, daß der Fettgehalt sowohl vom Standort und der Jahreswitterung als auch von der Sorte und von der Düngung abhängig ist. Die festgestellten Unterschiede durch differenzierte Standortfaktoren, Jahreswitterung, Sorten und Düngung liegen etwa in der gleichen Größenordnung. Unter feucht-kühleren Standort- bzw. Witterungsbedingungen liegen die Fettgehalte i.a. niedriger als unter trocken-wärmeren Bedingungen, was sich mit dem aus der Literatur bisher Bekannten deckt. Allerdings können unter trockenen Bedingungen die Fettgehalte auch relativ niedrig liegen, wenn offenbar die Wasserversorgung unzureichend ist und damit die Fettbildung vorzeitig unterbrochen wird. Unter gleichen Standortbedingungen treten andererseits deutliche Sortendifferenzen zutage, die sich auch auf verschiedensten Standorten wiederholen. Daß eine stark erhöhte Stickstoffdüngung - wenn dadurch auch der Rohproteingehalt deutlich erhöht wird - den Fettgehalt im Haferkorn wesentlich senken kann, zeigt sich in der Mehrzahl der hier vorliegenden Untersuchungen sehr deutlich und steht ebenfalls im Einklang mit dem aus der Literatur bisher Bekannten.

Insgesamt zeigen diese Ergebnisse, daß für die Fettmenge des Haferkornes deutliche Differenzen in der genetischen Veranlagung der einzelnen Sorten bestehen. Die Sortendifferenzen von bis zu ca. 50% (bezogen auf den Fettgehalt der fettärmsten Sorten) lassen erkennen, daß einerseits für die Züchtung auf fettarme oder aber auf fettreiche Sorten relativ günstige Voraussetzungen gegeben sind; andererseits ist die richtige Sortenwahl hinsichtlich des

Fettgehaltes beim Anbau für eine bestimmte Erzeugungsrichtung sehr mitentscheidend.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, daß für eine bestimmte Erzeugungsrichtung die Standortwahl und der Witterungsablauf wichtig sind, weil eben bei gleicher erblicher Veranlagung unter verschiedenen ökologischen Bedingungen ähnlich große Unterschiede im Fettgehalt des Haferkornes auftreten können wie bei verschiedenen Sorten unter gleichen Umweltbedingungen.

Daraus ergibt sich, daß der Rohstoff Hafer in Abhängigkeit von Sorte und ökologischen Faktoren (einschließlich Anbaumaßnahmen) im Fettgehalt stark variieren kann, was einerseits bei der gezielten Erzeugung bestimmter Partien Vorteile bietet, andererseits bei der Beurteilung verschiedener Haferpartien besondere Beachtung erfordert.

Ähnlich wie bei den Fettgehalten zeigen sich beim hier untersuchten Probenmaterial auch sehr deutliche Unterschiede in den Fettsäuremustern in Abhängigkeit von ökologischen und genetischen Faktoren. Gleiche Sorten weisen auf unterschiedlichen Standorten und unter verschiedenen Witterungsbedingungen mehr oder weniger deutliche Differenzen auf. Diese sind naturgemäß unter sehr stark voneinander abweichenden ökologischen Bedingungen wegen der dann verschiedenen Desaturierung der Fettsäuren besonders groß, was vor allem der Vergleich zwischen australischen und deutschen Herkünften zeigt. Die Differenzen auf weniger stark voneinander abweichenden Standorten können bei den Palmitinsäuregehalten aber immerhin auch zwischen relativ 15-30% betragen, bei den Ölsäure- und Linolsäuregehalten können solche bis zu zwischen relativ 10 und 20% (bezogen auf die Varianten mit den niedrigsten Gehalten der jeweiligen Fettsäuren) auftreten. Auch zwischen verschiedenen Sorten treten auf gleichem Standort Differenzen in der Größenordnung von relativ etwa 10-15% auf. Im Gegensatz zu den Fettgehalten werden die Fettsäureanteile durch Düngungsmaßnahmen - von Ausnahmen abgesehen - i.a. nur gering beeinflusst, wenn auch in manchen Fällen bei Öl- und Linolsäure Differenzen von bis zu relativ 10% in Abhängigkeit von unterschiedlicher Düngung auftreten.

Insgesamt gesehen muß festgestellt werden, daß die Anteile der einzelnen Fettsäuren bei den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten

Haferproben doch mehr oder weniger alle in der gleichen Größenordnung liegen. Starke Abweichungen hiervon zeigen nur die Australhafer. Inlandspartien unterscheiden sich von diesen Australhafern vor allem durch einen niedrigeren Fettgehalt, durch einen deutlich niedrigeren Gehalt an Ölsäure und durch einen wesentlich höheren Gehalt an der essentiellen Linolsäure. Hieraus ergibt sich in den Hafern deutscher Herkunft bei wesentlich niedrigeren Fettgehalten ein ähnlich hoher oder z.T. sogar höherer Linolsäuregehalt in der Korn-TM wie bei den Australhafern mit ihrem höheren Fettgehalt (siehe hierzu auch JAHN-DEESBACH, MARQUARD und SCHIFFER 1971) - ein zweifellos wesentliches Ergebnis.

Sehr große Unterschiede weist das im Rahmen dieser Arbeit untersuchte Material hinsichtlich der Spelzenanteile auf. Wieder zeigen sich in Abhängigkeit von Standort, Sorte und Düngung sehr unterschiedliche Spelzengehalte (von 22,8-33,6% der Korn-TM). Bei gleicher Sorte differieren die Spelzengehalte auf verschiedenen Standorten teilweise bis zu absolut 6%, was einer relativen Differenz (bezogen auf die spelzenärmsten Partien) von 25% entspricht. Aber auch zwischen verschiedenen Sorten auf gleichem Standort treten Unterschiede im Spelzengehalt in genau der gleichen Größenordnung auf. Hieraus wird deutlich, daß Standort- und Sortenwahl ganz wesentlich für die Erzeugung spelzenarmer Haferpartien sind, und es zeigt andererseits, daß für die Züchtung spelzenarmer Sorten genetisch geeignetes Material zur Verfügung steht. Die Auswirkung der variierten Stickstoffdüngung auf den Spelzengehalt ist hier im allgemeinen nicht so stark wie die des Standortes und der Sorte. Die durch variierte Düngungsmaßnahmen verursachten Veränderungen im Spelzengehalt betragen von einer Ausnahme abgesehen bis ca. absolut 3% (= etwa 10-15% relativ). Aber auch diese Änderung ist im Hinblick auf den ernährungsphysiologischen bzw. den verarbeitungstechnologischen Wert so groß, daß sie unbedingt Beachtung verdient, zumal sich das Schälergebnis bei der maschinellen Entspelzung wesentlich stärker ändern kann als der morphologische Spelzengehalt und zudem die haferverarbeitende Nahrungsmittelindustrie für einen Qualitätshafer nur einen Spelzengehalt bis zu 27% zuläßt, da bei einem höheren Spelzengehalt die Kernausschüttung zu gering ist. Ein im Rahmen dieser Arbeit

vorgenommener Vergleich zwischen morphologischem Spelzengehalt einerseits und der Ausbeute an Kernen beim mechanischen Schälen, läßt dies klar erkennen: Senkungen im Spelzengehalt durch verbesserte Stickstoffdüngung von 2-2,5% stehen Erhöhungen in der Kernausschüttung von 5-7% gegenüber. Dies ist vor allem bedingt durch eine bessere Kornausbildung (höhere TKG und höhere TKeG).

Insgesamt gesehen haben also für die Erzeugung spelzenarmer Haferpartien Sortenwahl, Standort und Jahreswitterung - und dabei offenbar vor allem die Wasserversorgung - sowie auch eine optimale Nährstoffversorgung eine wesentliche Bedeutung; denn die Spelzengehalte des Haferkornes werden von diesen Faktoren stark beeinflußt. Für eine Qualitätserzeugung bei Hafer ist die Berücksichtigung dieser Ergebnisse von ausschlaggebender Bedeutung.

8. ZUSAMMENFASSUNG

An Probenmaterial einer größeren Anzahl von Feldversuchen wurde untersucht, inwieweit bei Sommerweizen, Sommergerste und Hafer genotypisch bedingte Unterschiede im Proteinbildungspotential, in der Proteinzusammensetzung sowie im Mineralstoffgehalt und bei Hafer in einigen weiteren Qualitätskriterien (Spelzengehalt, Entspelzbarkeit, Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung) vorhanden sind und bei unterschiedlichen Standortbedingungen und variiertem Stickstoffdüngung zu Tage treten. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

1. Bei allen drei geprüften Getreidearten werden Sorten-, Standort- und N-Düngungs-Unterschiede in den Rohproteingehalten des Kornes festgestellt. Auf feuchteren Standorten treten Sorten- und N-Düngungseinflüsse in der Regel stärker auf als auf trockeneren Standorten. Bei Sommerweizen und Sommergerste wirken sich erhöhte N-Gaben i.a. mit größerer Regelmäßigkeit auf die Rohproteingehalte aus als bei Hafer. Unter ausreichend feuchten Standortbedingungen können bei Hafer aber auch große Steigerungen im Rohproteingehalt durch zusätzliche Stickstoff-Düngung erzielt werden.
2. Die drei Getreidearten weisen große Unterschiede in der Proteinzusammensetzung auf. Dies zeigt sich in den Ergebnissen der Proteinfractionierungen wie auch in den Ergebnissen der Aminosäureanalysen.
3. Innerhalb ein und derselben Getreideart treten deutliche Unterschiede zwischen den hier untersuchten modernen Hochleistungssorten in der Proteinzusammensetzung auf. Das kann vor allem für verschiedene Sommerweizen- und Sommergerstensorten an Hand der Ergebnisse von Proteinfractionierungen und Aminosäureanalysen sowie bei Sommerweizen in der Tendenz auch durch Ergebnisse eines orientierenden Fütterungsversuches (Kükenwachstumstest) nachgewiesen werden. - Insbesondere in der Bildung der alkohollöslichen Prolaminfraktion treten sehr deutliche Sortenunterschiede auf.
4. Die sortenbedingten Unterschiede in der Proteinzusammensetzung (in den Proteinfractionen) bleiben auch unter sehr unter-

schiedlichen Standortbedingungen bestehen.

5. Durch zusätzliche Stickstoffgaben wird die Proteinzusammensetzung mehr oder weniger stark geändert. Es ändern sich die Anteile der einzelnen Proteinfractionen am Gesamt-löslich-N und ebenso die Aminosäuregehalte der Korn-TM und des Gesamtproteins. Verschiedene Sorten reagieren unterschiedlich stark; manche Sorten weisen bei weit höheren Proteingehalten noch günstigere Werte auf als andere Sorten bei niedrigen Rohproteingehalten.
6. Die Lysinwerte (errechnete Lysinwerte und analytisch ermittelte Lysingehalte) sind in Abhängigkeit von Art, Genotyp und N-düngungsbedingt veränderten Rohproteingehalten unterschiedlich. Bei durch zusätzliche N-Düngung erhöhten Rohproteingehalten steigt auch der Lysingehalt in der Korn-TM. - Die Bedeutung dieser Protein- und Lysingehaltserhöhung wird diskutiert.
7. Auch hinsichtlich der Mineralstoffgehalte treten sehr deutliche Sortenunterschiede einerseits und Standortunterschiede andererseits auf. Die festgestellten Sortenunterschiede wiederholen sich i.a. auch unter unterschiedlichen Standortbedingungen. Zusätzliche Stickstoffgaben wirken sich vergleichsweise nur relativ wenig ändernd auf die Mineralstoffgehalte aus. - Die festgestellten Differenzen in den Mineralstoffgehalten werden im Hinblick auf den Bedarf bei Mensch und Tier diskutiert.
8. Neben deutlichen Sorten-, Standort- und N-Düngungsunterschieden in Korngröße, Spelzengehalt und Kernausschüttelbarkeit treten bei Hafer auch im Fettgehalt große Differenzen auf. Die Fettsäurezusammensetzung des Haferfettes wird in erster Linie durch unterschiedliche Standortbedingungen beeinflusst; es sind aber auch Sortenunterschiede nachzuweisen. Der Einfluß einer variierten Düngung auf die Fettsäurezusammensetzung ist i.a. nur gering. - Die gefundenen Unterschiede werden im Hinblick auf Züchtung, Erzeugung und Verwertung diskutiert.

9. LITERATURNACHWEIS

- ABROL, Y.P., D.C.UPRETY, V.P.AHUJA u.M.S.NAIK, 1971: Soil fertilizer levels and protein quality of wheat grains. - Australian Journal of Agricultural Research 22, 195-200.
- AHLHEIM, W., 1965: Nährstoffentzüge und Nährstoffbilanzen bei Ackerkulturen im südhessischen Raum. - Diss.Gießen.
- AMBERGER, H., 1966: Qualitätsförderung durch Düngung. - Ernährungsdienst 21, 8-9.
- ANONYM, 1969: Swedish Seed Association and USDA announce high-protein, high-lysine barley. - U.S.Dep.Agric. 1 S.Sep. (Ref. Landwirtschaftl.Zentralblatt II, 1969, 2583).
- ANONYM, 1972: Verarbeitungswert einer neuen Weizen-Roggen-Züchtung. - Mühle 109, 358.
- ANTILA, V., J.LAAKSONHEIMO u.M.ANTILA, 1965: Milch und Milchpulver im Weizenbrot. - Milchwissenschaft 20, 445-448.
- AUFHAMMER, G., 1959: Klebermenge und Klebergüte des Weizens in ihren Beziehungen zu Qualität und Ertrag unter dem Einfluß der Umwelt. - Bayer.Landw.Jahrbuch 36, 651-678.
- BAILEY, C.H., 1944: The constituents of wheat and wheat products. - Reinhold Publishing Corporation, New York.
- BAINS, G.S., 1953: Effect of commercial fertilizers and green manure on yield and nutritive value of wheat. II. Nutritive value with respect to general composition, thiamine, nicotinic acid and the biological value of the protein of grain. - Cereal Chemistry 30, 139-145.
- BAKER, R.J., u.R.I.H. Mc.KENZIE, 1972: Heretability of oil content in oats. - Crop Science 12, 201-202.
- BARTON-WRIGHT, E.C., u.T.MORAN, 1946: The microbiological assay of amino-acids. II. The distribution of amino-acids in the wheat grain. - Analyst 71, 278-282.
- BAUMEISTER, W., 1940: Über den Einfluß zusätzlicher und zeitlich gestaffelter Stickstoffgaben. - Forschungsdienst 9, 254-266.

- BAUMGARTEN, W., A.N.MATHER u.L.STONE, 1946: Essential amino acid composition of feed materials. - Cereal Chemistry 23, 135-155.
- BAYZER, H., u.H.H.MAYR, 1966: Einfluß von Chlorcholinchlorid (CCC) auf die Aminosäurezusammensetzung der Weizenkornproteine. - Z.f.Lebensmitteluntersuchung und -forschung 128, 340-345.
- BEESON, K., 1941: The mineral composition of crops with particular reference to the soils in which they were grown. - U.S.Department of Agriculture Publ. 369.
- BELGER, U., 1965: Untersuchungen über die Wirkung einer Stickstoffspätdüngung auf Kornertrag, Kornmerkmale und Backqualität einiger Winter- und Sommerweizensorten. - Bayer.Landw. Jahrbuch 42, 667-701.
- BENGTTSSON, A., u. B.O.EGGUM, 1969: Die Wirkung steigender N-Mengen auf die Qualität von Hafer- und Gerstenprotein. - Tidskr. Planteaol 73, 105-114. (Ref.in Landwirtschaftl.Zentralblatt II, 1970, 347).
- BERGNER, H., H.MÜNCHOW, M.ZACHARIAS u.F.SCHOLZ, 1970: Proteinqualität verschiedener Gersten- und Sojabohnenformen - ermittelt durch N-Bilanz- und Blutharnstoffkonzentrationsuntersuchungen an wachsenden Albinoratten. - Archiv für Tierernährung 20, 63-68.
- BERINGER, H., 1966: Einfluß von Reifegrad und N-Düngung auf Fettbildung und Fettsäurezusammensetzung in Haferkörnern. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 114, 117-127.
- BERINGER, H., 1967: Einfluß der Temperatur auf Ertrag und Fettbildung von Haferkörnern. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 116, 45-52.
- BEHRINGER, H., 1971: An approach to the interpretation of the effect of temperature on fatty acid biosynthesis in developing seeds. - Z.f.Pflanzenernährung u.Bodenkunde 128, 115-122.
- BIETZ, J.A., u.J.A.ROTHFUS, 1971: Differences in amino acid sequences of gliadin and glutenin. - Cereal Chemistry 48, 677-690.

- BIETZ, J.A., u.J.S.WALL, 1972: Wheat gluten subunits: Molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate - polyacrylamide gel electrophoresis. - Cereal Chemistry 49, 416-430.
- BILINSKI, E., u.W.B.Mc.CONNEL, 1959: Studies on wheat plants using carbon-14 compounds. VI. Some observations on protein biosynthesis. - Cereal Chemistry 35, 66-81.
- BLISH, M.J., 1930: The gluten and non-gluten proteins. - Cereal Chemistry 7, 421-427.
- BOCK, H.-D., J.WÜNSCHE, F.KREIENBERG u.U.HERMANN, 1972: Einige Aspekte zur züchterischen Verbesserung der Proteinzusammensetzung von Futtergetreide aus der Sicht der Eiweißforschung. - Tag.-Ber.Akad.Landwirtsch.-Wiss. DDR 119, 113-119.
- BODO, G., 1959/60: Über die Zusammensetzung des Weizenweisses bei verschiedenen hohen N-Gaben. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 6, 337-345.
- BODO, G., 1961: Über die Veränderungen der Weizenkornproteine durch N-Düngung. - Getreide und Mehl 11, 75-80.
- BOGUSLAWSKI, E.v., 1965: Düngung, Ertrag und Qualität bei Weizen. - Getreide und Mehl 15, 13-20.
- BROWN, C.M., D.E.ALEXANDER u.S.G.CARMER, 1966: Variation in oil content and its relation to other characters in oats. - Crop Science 6, 190-191.
- BRÜCKNER, G., 1953: Der Einfluß der Korneigenschaften auf die Schälung des Hafers. - Mühle 90, Heft 29.
- BRUNE, H., u.E.THIER, 1968a: Variabilität der biologischen Proteinqualität verschiedener Getreidearten (Düngungs- und Standortvarianten). 1.Mitteilung: Versuchsmethodik bei der Bestimmung der Qualitätsdifferenzen mit Schweinen. - Z.f.Tierphysiologie, Tierernährung u.Futtermittelkunde 24, 40-49.
- BRUNE, H., u.E.THIER, 1968b: Variabilität der biologischen Proteinqualität verschiedener Getreidearten (Düngungs- und Standortvarianten). 2.Mitteilung: Probenbeschreibung und Analyseergebnisse. - Z.f.Tierphysiologie, Tierernährung u.Futtermittelkunde 24, 49-54.

- BRUNE, H., E. THIER u. E. BORCHERT, 1968: Variabilität der biologischen Proteinqualität verschiedener Getreidearten (Düngungs- und Standortvarianten). 3. Mitteilung: Versuchsergebnisse von Stoffwechselversuchen mit Schweinen und Ratten und Vergleich mit Aminosäureindizes. - Z.f. Tierphysiologie, Tierernährung u. Futtermittelkunde 24, 89-107.
- BRUNE, H., u. O. F. WALZ, 1973: Untersuchungen über die Eiweißqualität mehrerer Hafervarianten und den Einfluß von Spelzen auf Verdaulichkeit und biologische Wertigkeit von Hafervarianten beim Schwein. - Das wirtschaftseigene Futter 19, 80-89.
- CALHOUN, W. K., F. N. HEPBURN u. F. B. BRADLEY, 1960: The availability of lysine in wheat, flour, bread and gluten. - Journal of Nutrition 70, 337-347.
- CANVIN, D. T., 1965: The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. - Can. J. Bot. 43, 63-69.
- CEYLAN, A., 1966: Einfluß von Standort, Sorte und Düngung auf die Ertragsbildung und die Qualität von Sommer- und Wintergerste. - Diss. Gießen.
- CHEN, C. H., u. W. BUSHUK, 1970a: Nature of proteins in triticale and its parental species. I. Solubility characteristics and amino acid composition of endosperm proteins. - Can. J. Plant Sci. 50, 9-14.
- CHEN, C. H., u. W. BUSHUK, 1970b: Nature of proteins in triticale and its parental species. II. Gel filtration and disc electrophoresis results. - Can. J. Plant Sci. 50, 15-24.
- CHEN, C. H., u. W. BUSHUK, 1970c: Nature of proteins in triticale and its parental species. III. Comparison of their electrophoretic patterns. - Can. J. Plant Sci. 50, 25-30.
- CLAYTON, J. W., 1966: The extraction and ion-exchange chromatography of buffer-soluble and gluten proteins of wheat flour. - Cereal Chemistry 43, 495-516.
- COATES, J. H., u. D. H. SIMMONDS, 1961: Proteins of wheat and flour. Extraction, fractionation, and chromatography of the buffer-soluble proteins of flour. - Cereal Chemistry 38, 256-272.

- GOIC, Y., 1954: Action de la fertilisation azotée utilisée pour la croissance sur les besoins ultérieurs en azote du blé. - Académie d'agriculture France 40, 100-112.
- COULSON, C.B., u.A.K.SIM, 1965: Wheat proteins. I. Fractionation and varietal variation of endosperm proteins of T.vulgare. - J.Sci.Food Agric. 16, 458-464.
- CREMER, H.D., K.LANG, I.HUBBE u.U.KULIK, 1951: Versuche zur Verbesserung der biologischen Wertigkeit von Weizenprotein durch Lysin oder Hefe und ein Vergleich mit Haferprotein. - Biochemische Zeitung 322, 58-67.
- CZERNIEJEWSKI, C.P., C.W.SHANK, W.G.BECHTEL u.W.B.BRADLEY, 1964: The minerals of wheat, flour, and bread. - Cereal Chemistry 41, 65-72.
- DAVIDSON, J., u.J.A.Le CLERK, 1923: Effect of various inorganic nitrogen compounds, applied at different stages of growth on the yield, composition and quality of wheat. - J.Agric.Res. 23, 55-58.
- DESHPANDE, P.D., A.E.HARPER u.C.A.ELVEHJEM, 1957: Nutritional improvement of white flour with protein and amino acid supplements. - Journal of Nutrition 62, 503-512.
- DE VUYST, A., u.W.VERVACK, 1960: Etude de la composition en acides aminés des fourrages produits en Belgique. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 6, 243-260.
- DIEMAIR, W., u.H.BECKER, 1955: Zur Physiologie und Chemie des Phytins. - Deutsche Lebensmittel-Rundschau 51, 18-24.
- DIMLER, R.J., 1966: Alcohol-insoluble proteins of cereal grains. - Federation Proceedings 25, 1670-1675.
- DOMPERT, W., u.H.BERINGER, 1970: Fettsynthese in Sonnenblumenfrüchten bei unterschiedlicher Sauerstoff-Konzentration. - Naturwissenschaften 57, 40.
- DOROFEEV, V.F., L.V.SEMENOVA, G.I.STEPANOVA u.T.V.OCHOTNIKOVA, 1971: Qualitätsreiche und starke Weizenformen aus Transkaukasien. - Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii 44, 39-54. (Ref.Landwirtschaftl.Zentralblatt II, 1972, 188).

- DRAPER, S.R., 1973: Amino acid profiles of chemical and anatomical fractions of oat grains. - J.Sci.Food Agric. 24, 1241-1250.
- DYBING, C.D., u.D.C.ZIMMERMANN, 1966: Fatty acid accumulation in maturing flax seeds as influenced by environment. - Plant Physiol. 41, 1465-1470.
- EBERHARDT, W., u.G.KRZYSCZ, 1959: Der Einfluß der Wasser- und Nährstoffversorgung auf den Spelzengehalt einiger Haferarten. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 86, 111-120.
- EGGUM, B.O., 1970: Über die Abhängigkeit der Proteinqualität vom Stickstoffgehalt der Gerste. - Z.f.Tierphysiologie, Tierernährung u.Futtermittelkunde 26, 65-71.
- EL GINDY, M.M., C.A.LAMB u.R.C.BURRELL, 1957: Influence of variety, fertilizer treatment and soil on the protein content and mineral composition of wheat, flour and flour fractions. - Cereal Chemistry 34, 185-195.
- ELTON, G.A.H., u.J.A.D.EWART, 1962: Starch-gel electrophoresis of cereal proteins. - J.Sci.Food Agric. 13, 62-72.
- ELTON, G.A.H., u.J.A.D.EWART, 1966: Glutenins and gliadins: Electrophoretic studies. - J.Sci.Food Agric. 17, 34-38.
- ENARI, T.-M., u.J.MIKOLA, 1961: Comparison of the albumins of different cereal grains. - Acta chemica scandinavica 15, 1206-1207.
- EWALD, E., 1965: Die Wirkung unterschiedlicher Stickstoffdüngung auf Sommerweizen unter besonderer Berücksichtigung der Kornproteine und der Backqualität. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 108, 218-232.
- EWALD, E., u.G.WENZEL, 1967: Einfluß der N-Düngung auf die Eiweißzusammensetzung und den Aminosäuregehalt des Weizenkornes. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 14, 98-104.
- EWART, J.A.D., 1967: Amino acid analyses of cereal flour proteins. - J.Sci.Food Agric. 18, 548-552.
- EWART, J.A.D., 1968: Fractional extraction of cereal flour proteins. - J.Sci.Food Agric. 19, 241-245.
- FAJERSSON, F., 1961: Nitrogen Fertilization and wheat Quality. - Agri Hortique Genetica 14, 1-195.

- FEILLET, F., u.C.C.NIMMO, 1970: Soluble proteins of wheat. III. Isolation and characterization of two albumins, ALB 13 A and ALB 13 B, from flour. - Cereal Chemistry 47, 447-464.
- FELDHEIM, W., 1973: Synthese von Aminosäuren durch Mikroorganismen und ihre Verwendung zur Anreicherung von Proteinen. - Ernährungs-Umschau 20, 400-401.
- FISCHBACH, E., 1967: Grundriß der Physiologie und Physiologischen Chemie. - Verlag R.Müller u.Steinicke, München.
- FISCHBECK, G., u.L.REINER, 1969: Standortdifferenzierungen im Proteingehalt des deutschen Weizens. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 129, 225-246.
- FLODIN, N.W., 1959: Relation of lysine content to protein quality of wheat-based foods. - Cereal Science Today 4, 44-48.
- FOLKES, B.F., u.E.W.YEMM, 1956: The amino acid content of the proteins of barley grains. - Biochem.J. 62, 4-11.
- FREY, K.J., 1951: The relation between alcohol-soluble and total nitrogen contents of oats. - Cereal Chemistry 28, 506-509.
- FRIMMEL, G., 1959: Die Bedeutung des Fettgehaltes bei der Beurteilung von Haferernten. - Bodenkultur 10, 41-47.
- FRITZ, A., 1970a: Untersuchungen an Spelzhafer zur Festlegung des Qualitätsbegriffes bei Futtergetreide. - Mühle 107, 119-121.
- FRITZ, A., 1970b: Untersuchungen an Spelzhafer zur Festlegung des Qualitätsbegriffes bei Futtergetreide. - Mühle 107, 130-132.
- GANSSMANN, W., 1964a: Qualitätshafer-Anbau und Düngung. - Landwirtschaftliche Schriftenreihe "Boden und Pflanze" der Ruhrstickstoff-AG. 11, 1-16.
- GANSSMANN, W., 1964b: Vergleichende Untersuchungen der Qualität von Industriehafer. - Mühle 101, 776-779.
- GANSSMANN, W., 1967: Der Einfluß von Standort und Düngung auf den Gehalt an Nährstoffen, Mineralstoffen und Spurenelementen bei Hafer. - Getreide und Mehl 17, 37-41.
- GÖRLITZ, H., H.KORIAT, G.RINNO u.G.SPECHT, 1967: Über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf Rohproteingehalt und -ertrag sowie andere Qualitätseigenschaften der Ernteprodukte. - Die Deutsche Landwirtschaft 18, 168-172.

- GREAVES, J.E., u.C.HIRST, 1929: The mineral content of grain. - Journal of Nutrition 2, 293-298.
- GREAVES, J.E., A.BRACKEN u.C.HIRST, 1940: The influence of variety, season and green manure upon the composition of wheat. - Journal of Nutrition 19, 179-186.
- GREWE, E., u.C.H.BAILEY, 1927: The concentration of glutenin and other proteins in various types of wheat flour. - Cereal Chemistry 4, 230-247.
- GRISCHENKO, A.P., 1935: Das Verhältnis der Bestandteile des Weizenkornes und ihr Aschegehalt. - Mühlenlaboratorium 5, 182-188.
- GÜNZEL, G., 1962: Proteinfraktionen des Weizenmehles in Abhängigkeit von Herkunft, Sorte und später N-Düngung. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 114, 325-340.
- GÜNZEL, G., 1964: Proteinanreicherung durch Spätstickstoffdüngung und deren Wirkung auf verschiedene Qualitätsmerkmale neuerer Winterweizensorten. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 118, 360-368.
- GÜNZEL, G., 1968a: Die Wirkung extrem hoher und später Stickstoffgaben auf die Qualitätsmerkmale ausgewählter Winter- und Sommerweizensorten. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 128, 93-116.
- GÜNZEL, G., 1968b: Welche Weizenqualitäten kann die Landwirtschaft Bayerns erzeugen. - Deutsche Müller-Zeitung 66, 457-463.
- GUNT HARDT, H., u.J.Mc.GINNIS, 1957: Effect of nitrogen fertilization on amino acids in whole wheat. - Journal of Nutrition 61, 167-176.
- GUPTA, J.D., A.M.DAKROURY, A.E.HARPER u.C.A.ELVEHJEM, 1958: Biological availability of lysine. - Journal of Nutrition 64, 259-270.
- HARRIS, P., u.A.T.JAMES, 1969a: The effect of low temperature on fatty acid biosynthesis in plants. - Biochem.J. 112, 325-330.
- HARRIS, P., u.A.T.JAMES, 1969b: The effect of low temperature on fatty acids biosynthesis in seeds. - Biophys.Acta 187, 13-18.
- HECHT, H., 1964: Der Einfluß der Stickstoffspätdüngung auf den Eiweißgehalt reifenden und reifen Weizens. - Bayer.Landw.Jahrbuch 41, 712-722.

- HENNIG, A., D.SCHÜLER u.K.GRUHN, 1973: Der Einsatz lysinergänzter Getreiderationen in der Schweinemast. - Archiv Tierernährung 23, 407-422.
- HEPBURN, F.N., E.W.LEWIS u.C.A.ELVEHJEM, 1957: The amino acid content of wheat, flour, and bread. - Cereal Chemistry 2, 312-322.
- HEPBURN, F.N., W.K.CALHOUN u.W.B.BRADLEY, 1960: The distribution of the amino acids of wheat in commercial mill products. - Cereal Chemistry 37, 749-755.
- HEPBURN, F.N., u.W.B.BRADLEY, 1965: The amino acid composition of hard wheat varieties as a function of nitrogen content. - Cereal Chemistry 42, 140-149.
- HINTON, J.J.C., 1959: The distribution of ash in the wheat kernel. - Cereal Chemistry 36, 19-31.
- HISCHE, H.H., G.C.POTTER u.W.R.GRAHAM, 1968: Nutritive value of oat protein. I. Varietal differences as measured by amino acid analysis and rat growth responses. - Cereal Chemistry 45, 374-378.
- HOESER, K., 1956: Untersuchungen über den Einfluß steigender Stickstoffgaben auf die Backeigenschaft des Weizens. - Bayer. Landw.Jahrbuch 33, 17-36.
- HÖTZEL, D., 1967: Kleine Ernährungslehre. - Burgbücherei W.Schneider, Esslingen.
- HOFFMAN, W.F., u.R.A.GORTNER, 1927: The preparation and analysis of the various proteins of wheat flour with special reference to the globulin, albumin, and proteose fractions. - Cereal Chemistry 4, 221-229.
- HOFFMAN, W.S., u.G.C.Mc.NEIL, 1949: The enhancement of the nutritive value of wheat gluten by supplementation with lysine, as determined from nitrogen balance indices in human subjects. - Journal of Nutrition 38, 331-343.
- HOJJATI, S.M., u.M.MALEKI, 1972: Effect of potassium and nitrogen fertilization on lysine, methionine, and total protein contents of wheat grain. - Agronomy Journal 64, 46-48.

- HORN, M.J., C.C.FIFIELD, A.E.BLUM u.H.W.WARREN, 1958: The distribution of amino acids in wheat and certain wheat products. - Cereal Chemistry 35, 411-421.
- HUEBNER, R., 1951: Ein Beitrag zur Qualitätsbestimmung des Hafers und seiner Leistungseigenschaften. - Getreide und Mehl 1, 77-83.
- HUEBNER, F.R., u.J.S.WALL, 1966: Improved chromatographic separation of gliadin proteins on sulfoethyl cellulose. - Cereal Chemistry 43, 325-335.
- HUEBNER, F.R., J.A.ROTHFUS u.J.S.WALL, 1967: Isolation and chemical comparison of different gamma-gliadins from hard red winter wheat flour. - Cereal Chemistry 44, 221-229.
- HUEBNER, F.R., u.J.A.ROTHFUS, 1968: Gliadin proteins from different varieties of wheats. - Cereal Chemistry 45, 242-253.
- HUNDLEY, J.M., R.B.ING u.R.W.KRAUSS, 1956: Algae as sources of lysine and threonine in supplementing wheat and bread diets. - Science 124, 536-537.
- HUTCHINSON, J.B., T.MORAN u.J.PACE, 1956: Effect on the growth-rate of weanling rats of supplementing the protein of white bread with L-lysine. - Nature 178, 46-47.
- HUTCHINSON, J.B., T.MORAN u.J.PACE, 1962: High-protein breads and the growth of weanling rats. - J.Sci.Food Agric.13, 1-6.
- INGVERSEN, J., u.B.KØIE, 1971: Protein patterns of some high lysine barley lines. - Hereditas 69, 319-323.
- JAHN-DEESBACH, W., 1967: Aktuelle Fragen der Qualitätserzeugung bei Gerste und Weizen. - Ergebnisse landwirtschaftlicher Forschung an der Justus Liebig-Universität Gießen, Heft 9, 83-99.
- JAHN-DEESBACH, W., 1969: Die großen Qualitätsreserven im Futtergetreidebau nutzen! - Mitteilungen der DLG 84, 862-863.
- JAHN-DEESBACH, W., u.D.WEIPERT, 1967: Über einige durch Spätdüngung verursachte Veränderungen im Getreidekorn. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 125, 211-218.
- JAHN-DEESBACH, W., u.H.MAY, 1969: Gute Backqualität bei hohen Weizenenerträgen? - Mitteilungen der DLG 84, 858-860.

- JAHN-DEESBACH, W., R. MARQUARD u. A. SCHIFFER, 1970: Untersuchungen über den Einfluß von Sorte und Stickstoffdüngung auf die Eiweißfraktionen von Weizen und Gerste. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 132, 151-162.
- JAHN-DEESBACH, W., R. MARQUARD u. A. SCHIFFER, 1971: Genetisch- und umweltbedingte Unterschiede der Fettsäureanteile im Haferfett. - Z.f. Acker- u. Pflanzenbau 133, 36-46.
- JAHN-DEESBACH, W., u. A. SCHIFFER, 1973: Futtergetreide ist Qualitätsgetreide - Abnahme der Biologischen Wertigkeit? - Deutsche Landwirtschaftliche Presse 96, Nr. 12, 4.
- JANICKI, J., 1963: Über den Lysingehalt und den einiger anderer Aminosäuren im polnischen Weizen und Roggen. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 10, 292-300.
- JANICKI, J., u. J. KOWALCZYK, 1965: Der biologische Wert des Roggeneiweißes im Vergleich mit dem Weizeneiweiß. - Vitalstoffe. Zivilisationskrankheiten 10, 14-21.
- JANICKI, J., u. J. KOWALCZYK, 1966: Der ernährungsphysiologische Wert des Roggens und Weizens mit spezieller Berücksichtigung des Eiweißes und der Vitamine. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 13, 119-136.
- JANSEN, G. R., u. S. R. EHLE, 1965: Über Brot mit Magermilchpulver-, Soja- und Lysinzusatz. II. Nährwert. - Food Technologie 19, 133-136. (Ref. in Z.f. Lebensmitteluntersuchung u.-forschung 133, 1966, 129-130).
- JÖNSSON, H. A., 1966: Auswuchsresistenz und Proteingehalt bei Sommerweizen. - Agri Hortique Genetica 24, 88-109.
- JOHNSON, V. A., D. A. WHITED, P. J. MATTERN u. J. W. SCHMIDT, 1968: Wheat can be improved as human food. - Univ. Nebraska, Coll. Agric., agric. Exper. Stat., quart 15, Nr. 2, 4-6. (Ref. in Landwirtschaftl. Zentralblatt II, 2150).
- JONES, D. B., u. C. E. F. GERSDORFF, 1923: Proteins of wheat bran. I. Isolation and elementary analyses of a globulin, albumin, and prolamine. - J. Biol. Chem. 58, 117-131.

- JONES, D.B., u.C.E.F.GERSDORFF, 1925: Proteins of wheat bran. II. Distribution of nitrogen, percentages of amino acids and of free amino nitrogen: A comparison of the bran proteins with the corresponding proteins of wheat endosperm and embryo. - J.Biol.Chem. 64, 241-251.
- JONES, D.B., A.CALDWELL u.K.D.WIDNESS, 1948: Comparative growth - promoting values of the proteins of cereal grains. - Journal of Nutrition 35, 639-649.
- JONES, R.W., N.W.TAYLOR u.F.R.SENTI, 1959: Electrophoresis and fractionation of wheat gluten. - Arch.Biochem.Biophys. 84, 363-376.
- KELLEY, J.J., u.V.L.KOENIG, 1963: Electrophoretic analysis of flour proteins from various varieties of wheat. - J.Sci.Food Agric. 14, 29-38.
- KIES, C., u.H.M.FOX, 1970a: Determination of the first-limiting amino acid of wheat and triticale grain for humans. - Cereal Chemistry 47, 615-625.
- KIES, C., u.H.M.FOX, 1970b: Protein nutritive value of wheat and triticale grain for humans, studied at two levels of protein intake. - Cereal Chemistry 47, 671-678.
- KIES, C., u. H.M.FOX, 1972: Interrelationships of leucine with lysine, tryptophan, and niacin as they influence protein value of cereal grains for humans. - Cereal Chemistry 49, 223-231.
- KIHLBERG, R., u.L.-E.ERICSON, 1964: Amino acid composition of rye flour and the influence of amino acid supplementation of rye flour and bread on growth, nitrogen efficiency ratio and liver fat in the growing rat. - Journal of Nutrition 82, 385-394.
- KIRCHGESSNER, M., 1964: Besonderheiten der Fütterung von Schweinen neuer Zuchtichtung. - Mitt.f.Tierhaltung 89, 7-12.
- KLEESE, R.A., D.C.RASMUSSEN u.L.H.SMITH, 1968: Genetic and environmental variation in mineral element accumulation in barley, wheat, and soybeans. - Crop Science 8, 591-593.

- KLEMM-BERGER, B., A. SCHEIBE, W. J. SCHÖN u. A. ZOSCHKE, 1969: Untersuchungen über die Eiweißfraktionen bei Futtergersten. II. Präparation und elektrophoretische Trennung der salzlöslichen Proteine (Globuline). - Z.f.Acker- u. Pflanzenbau 130, 86-94.
- KLEMM-BERGER, B., A. SCHEIBE u. A. ZOSCHKE, 1969: Untersuchungen über die Eiweißfraktionen bei Futtergersten. III. Präparation der alkohollöslichen Proteine (Prolamine) und ihre Auftrennung durch die Polyacrylamid-Elektrophorese. - Z.f.Acker- u. Pflanzenbau 130, 239-248.
- KLOOS, G., 1966: Untersuchungen über Weizenproteine. I. Mitteilung: Elektrophoretische Fraktionierung und Bausteinanalysen von Gliadin, Glutenin und Gesamtkleber. - Z.f.Lebensmitteluntersuchung u.-forschung 133, 8-15.
- KLOOS, G., 1968: Untersuchungen über Weizenproteine. II. Mitteilung: Einfluß der Standortbedingungen auf das elektrophoretische Verhalten von Gliadin, Glutenin und Gesamtkleber. - Z.f.Lebensmitteluntersuchung u. -forschung 136, 65-68.
- KNIPFEL, J. E., 1969: Comparative protein quality of triticale, wheat, and rye. - Cereal Chemistry 46, 313-317.
- KOENIG, V. L., A. OGRINS, H. B. TRIMBO u. B. S. MILLER, 1964: The electrophoretic analysis of flour from several varieties of hard red winter wheat grown at several locations. - J. Sci. Food Agric. 15, 492-497.
- KOFRÁNYI, E., u. H. MÜLLER-WECKER, 1960: Der Vergleich der Wertigkeiten von Milch-, Roggen- und Weizeneiweiß mit Vollei und ihre Berechenbarkeit aus der Bausteinanalyse. - Z.f.physiologische Chemie 320, 233-240.
- KOMMERELL, B., u. G. SCHLIERF, 1965: Die ernährungsphysiologische Bedeutung der mehrfach ungesättigten Fettsäuren unter besonderer Berücksichtigung der Linolsäure. - Ernährungs-Umschau 12, 170-175.
- KOPETZ, L., 1951: Die Bedeutung der Stickstoffdüngung. - Bodenkultur 5, 37-42.
- KÜHNAU, J., 1950: Über den Aminosäuregehalt der Getreidearten und der Sojabohne. - Z.f.Lebensmitteluntersuchung u.-forschung 90, 434-441.

- KÜRTEŦ, P.W., 1964: Die Düngung von Qualitätsweizen. - Landwirtschaftliche Schriftenreihe "Boden und Pflanze" der Ruhrsticstoff-A.G. 11, 32-48.
- KÜRTEŦ, P.W., u.W.GANSSMANN, 1965: Einfluß von Standort und Düngung auf Ertrag und Qualität von Hafer. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 123, 121-144.
- KURMIES, B., 1960: Über die Phosphorverbindungen im Getreidekorn. - Phosphorsäure 20, 126-145.
- LARSEN, J., u.J.D.NIELSEN, 1966: The effect of varying nitrogen supplies on the content of amino acids in wheat grain. - Plant and Soil 24, 299-308.
- LAWRENCE, J.M., K.M.DAY, E.HUEY u.B.LEE, 1958: Lysine content of wheat varieties, species, and related genera. - Cereal Chemistry 35, 169-178.
- LAWRENCE, J.M., S.-Ch.LIU u.D.R.GRANT, 1970: Dye-binding capacity and amino acid content of wheat-protein gel-electrophoresis bands. - Cereal Chemistry 47, 110-117.
- LEE, J.W., u.C.W.WRIGLEY, 1963: The protein composition of gluten extracted from different wheats. - Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 3, 85-88.
- LEE, J.W., M.V.TRACEY, D.J.WINZOR, C.W.WRIGLEY u.H.ZENTNER, 1963: Properties of gluten fractions prepared by ion-exchange chromatography on carboxymethyl-cellulose.- Australian Journal of Biological Sciences 16, 717-726.
- LIGHT, R.F., u.C.N.FREY, 1943: The nutritive value of white and whole wheat breads. - Cereal Chemistry 20, 645-660.
- LINDBERG, P., TANHUAŦPÄÄ, E., G.NILSSON u.L.WASS, 1964: The fatty-acid composition of ripening grain. - Acta agric.scand. 14, 297-306.
- LINDNER, K., 1963: Die biologische Bedeutung der pflanzlichen Eiweißfraktionen. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 8, 221-235.
- LINDNER, K., 1964: Aminosäurezusammensetzung und Nährwert der Weizen-eiweißfraktionen. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 11, 31-38.

- LINSER, H., 1955: Versuche mit hohen, geteilten Stickstoffgaben. - Landwirtschaftliche Forschung, Sonderheft 6, 105-113.
- LINSER, H., 1958: Versuche zur Verbesserung der Qualität von Getreide durch Düngung. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 1, 529-549.
- LINSER, H., 1960a: Zum Problem der Erzeugung von Qualitätsweizen mit besonderer Berücksichtigung des Eiweißertrages. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 6, 331-336.
- LINSER, H., 1960b: Einige Arbeiten auf dem Gebiet der Beeinflussung der Weizenqualität durch Düngung. - Getreide und Mehl 10, 97-102.
- LINSER, H., u. E. PRIMOST, 1953: Stickstoffdüngung mit hohen, geteilten Gaben. II. Feldversuche zu Winterweizen. - Z.f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 63, 18-30.
- LYMAN, C.M., K.A. KUIKEN u. F. HALE, 1956: Essential amino acid content from farm feeds. - Journal of Agricultural and Food Chemistry 4, 1008-1013.
- MAES, E., 1962a: Mehleiweißlöslichkeit und Backqualität. I. Der Sedimentationstest nach ZELENY. - Getreide u. Mehl 12, 1-3.
- MAES, E., 1962b: II. Die Löslichkeit in verschiedenen Lösungsmitteln. - Getreide und Mehl 12, 19-20.
- MAES, E., 1962c: III. Kontinuierliche, progressive Extraktion. - Getreide und Mehl 12, 70-72.
- MAES, E., 1962d: IV. Die progressive Extraktion mit verschiedenen Lösungsmitteln. - Getreide und Mehl 12, 101-104.
- MAES, E., 1963a: VI. Die progressive Extraktion von Weizenschrot. - Getreide und Mehl 13, 54-56.
- MAES, E., 1963b: Korrelationen zwischen Weizen- und Mehleiweißgehalt und zwischen diesen beiden und dem Klebergehalt. - Die Mühle 100, 157.
- MAMBISH, I.E., 1953: Weight relationships and ash content of component parts of the wheat kernel. - Cereal Chemistry 20, 139-147.

- MATSUO, R.R., u. A.G. Mc.CALLA, 1964: Physicochemical properties of gluten from three types of wheat. - Canadian Journal of Biochemistry 42, 1487-1498.
- MATTERN, P.J., A. SALEM, V.A. JOHNSON u. J.W. SCHMIDT, 1968: Amino acid composition of selected high-protein wheats. - Cereal Chemistry 45, 437-444.
- MAY, H., 1970: Über müllerei- und bäckereitechnologische sowie einige ernährungsphysiologische Qualitätseigenschaften bei Weizen unter dem Einfluß von Sorte und Stickstoff-Spätdüngung. - Diss. Gießen.
- Mc.CALLA, A.G., 1938: Fractionation of nitrogen in developing wheat kernels. - Canadian Journal of Research, 16C, 263-273.
- Mc.CLURE, F.J., 1958: Wheat cereal diets, rat caries, lysine and minerals. - Journal of Nutrition 65, 619-631.
- Mc.DERMOTT, E.E., u. J. PAGE, 1960: Comparison of the amino-acid composition of the protein in flour and endosperm from different types of wheat, with particular reference to variation in lysine content. - Journal of the science of food and agriculture 11, 109-115.
- Mc.ELROY, L.W., D.R. CLANDININ, W. LOBAY u. S.I. PETHYBRIDGE, 1949: Nine essential amino acids in pure varieties of wheat, barley and oats. - Journal of Nutrition 37, 329-336.
- Mc.NEAL, F.H., u. D.J. DAVIS, 1954: Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and protein content of certain spring wheat varieties. - Agronomy Journal 46, 375- .
- MENGER, A., 1951: Phytin und Phytase im Hafer. - Getreide und Mehl 1, 9-12.
- MEREDITH, P., 1967: On the solubility of gliadinlike proteins. IV. Characterization of some gamma-gliadins. - Cereal Chemistry 44, 436-446.
- MICHAEL, G., 1960: Untersuchungen über die Eiweißbildung im Getreidekorn unter Verwendung von ^{15}N . - Kernenergie 3, 862-866.
- MICHAEL, G., 1963: Einfluß der Düngung auf Eiweißqualität und Eiweißfraktionen der Nahrungspflanzen. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 10, 248-265.

- MICHAEL, G., u. B. BLUME, 1960: Über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf die Eiweißzusammensetzung des Gerstenkornes. - Z.f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 88, 237-250.
- MICHAEL, G., H. FAUST u. B. BLUME, 1960: Die Verteilung von spät gedüngtem ^{15}N in der reifenden Gerstenpflanze unter besonderer Berücksichtigung der Korneiweiße. - Z.f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 91, 158-169.
- MICHAEL, G., B. BLUME u. H. FAUST, 1961: Die Eiweißqualität von Körnern verschiedener Getreidearten in Abhängigkeit von Stickstoffversorgung und Entwicklungszustand. - Z.f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 92, 106-116.
- MICHAEL, G., u. H. FAUST, 1961: Die Eiweißbildung im Getreidekorn in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung. - Getreide und Mehl 11, 85-89.
- MILADI, S., D. M. HEGSTED, R. M. SAUNDERS u. G. O. KOHLER, 1972: The relative nutritive value, amino acid content, and digestibility of the proteins of wheat mill fractions. - Cereal Chemistry 49, 119-127.
- MITCHELL, H. H., u. D. B. SMUTS, 1932: The amino acid deficiencies of beef, wheat, corn, oats, and soy beans for growth in the white rat. - J. Biol. Chem. 95, 263-281.
- MORRIS, V. H., E. PASCOE u. T. L. ALEXANDER, 1945: Studies of the composition of the wheat kernel. II. Distribution of certain inorganic elements in center sections. - Cereal Chemistry 22, 361-371.
- MOSSE, J., 1966: Alcohol-soluble proteins of cereal grains. - Federation Proceedings 25, 1663-1669.
- MÜLLER, L., 1956: Neuere Ergebnisse der Ernährungsphysiologie und ihre Anwendung auf den Hafer als 2. Kohlenhydrat bei besonderer Berücksichtigung eines Hafer-Trocken-Schleims. - Medizinische Monatsschrift 10, 78-84.
- MÜLLER, R., u. J. MASSBERG, 1955: Der Einfluß von Methionin und Lysin auf den Eiweißwert einer Gerste-Magermilchration bei wachsenden Schweinen. - Archiv f. Tierernährung 4, 241-257.

- MUNCK, L., 1964: The variation of nutritional value in barley. I. Variety and nitrogen fertilizer effects on chemical composition and laboratory feeding experiments. - *Hereditas* 52, 1-35.
- MUNCK, L., K.E.KARLSSON, A.HAGBERG u.B.O.EGGUM, 1970: Gene for improved nutritional value in barley seed protein. - *Science* 168, 985-987.
- NEHRING, K., 1940: Der Einfluß später N-Düngung auf die Eiweißbildung bei Hafer und Sommerweizen. - *Z.f.Bodenkunde und Pflanzenernährung* 18, 291-304.
- NEHRING, K., 1955: Probleme der Qualitätsforschung in der Tierernährung. - *Ber.u.Vorträge d.Dtsch.Akad.d.Landw.Wiss. Berlin* 2, 203-224.
- NEHRING, K., 1956: Pflanzenqualität, Nähr- und Futterwert unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Düngung. - *Landwirtschaftliche Forschung*, 8.Sonderheft, 110-127.
- NEHRING, K., 1959/60: Diskussionsbemerkungen. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 6, 346-354.
- NEHRING, K., 1960: Agrikulturchemische Untersuchungsmethoden für Dünge- und Futtermittel, Böden und Milch. - Verlag Paul Parey, Hamburg u.Berlin.
- NEHRING, K., 1963: Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. - Neumann Verlag, Radebeul u.Berlin.
- NEHRING, K., u.W.SCHRAMM, 1940: Über die biologische Wertigkeit des Eiweißes verschiedener Gerstensorten bei wachsenden Schweinen und ihre Beeinflussung durch Stickstoffdüngung. - *Tierernährung* 12, 478-500.
- NEHRING, K., u.E.SCHWERTFEGER, 1957: Der Gehalt an essentiellen Aminosäuren in einigen Nahrungs- und Futtermitteln. - *Z.f.Lebensmitteluntersuchung u.-forschung* 105, 12-21.
- NEHRING, K., u.H.D. BOCK, 1962: Untersuchungen über die biologische Wertigkeit von Eiweißfutterstoffen an Ratten. - *Archiv f.Tierernährung* 12, 53-63.

- NEHRING, K., W. KLIPPEL, H. UHLEMANN u. B. HOFFMANN, 1970: Über den Futterwert verschiedener Getreidemüllereiprodukte. 1. Mitteilung: Weizenmüllereiprodukte. - Archiv f. Tierernährung 20, 69-90.
- NEHRING, K., u. W. KLIPPEL, 1971: Über den Futterwert verschiedener Getreidemüllereiprodukte. 3. Mitteilung: Produkte der Gersten- und Hafermüllerei. - Archiv f. Tierernährung 21, 19-35.
- OEHM, E., 1966: Nährstoffaufnahme, Nährstoffverhältnis und Nährstoffbilanz im Ackerbau der Waberner Senke. - Diss. Gießen.
- ORTH, R. A., u. W. BUSHUK, 1972: A comparative study of the proteins of wheats of diverse baking qualities. - Cereal Chemistry 49, 268-275.
- ORTH, R. A., u. W. BUSHUK, 1973: Studies of glutenin. II. Relation of variety, location of growth and baking quality to molecular weight distribution of subunits. - Cereal Chemistry 50, 191-197.
- OSBORNE, T. B., 1907: The proteins of the wheat kernel. - Carnegie, Inst. Publishing Nr. 84.
- PACE, J., 1962: Wheat proteins. - Recent Advances in Food Science. 1, 212-225.
- FELSHENKE, P. F., 1964: Der Qualitätsbegriff bei Brotgetreide. - Landwirtschaftliche Schriftenreihe "Boden und Pflanze" der Ruhrstickstoff-AG. 11, 9-30.
- PENCE, J. W., D. K. MECHAM, A. H. ELSE, J. C. LEWIS, N. S. SNELL u. H. S. OLCOTT, 1950: Characterization of wheat gluten. II. Amino acid composition. - Cereal Chemistry 27, 335-341.
- PENCE, J. W., u. A. H. ELDER, 1953: The albumin and globulin proteins of wheat. - Cereal Chemistry 30, 275-287.
- HIELEN, L., 1941: Versuche über den Einfluß zeitlich und mengenmäßig gestaffelter (zusätzlich später) Stickstoffgaben auf den Eiweißgehalt und Eiweißertrag von Sommergerste, Sommerweizen und Hafer. - Z. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 24, 12-24.

- POMERANZ, Y., 1962: The lysine content of bread supplemented with soya flour, wheat gluten, dry yeast and wheat germ. - J.Sci. Food Agric. 13, 78-83.
- POMERANZ, Y., R.F.ESLICK u.G.S.ROBBINS, 1972: Amino acid composition and malting and brewing performance of high-amylose and Hiproly barleys. - Cereal Chemistry 49, 629-635.
- POSTEL, W., 1956: Der Einfluß genetischer und ökologischer Faktoren auf den Eiweißhaushalt von Sommergerstencaryopsen, unter besonderer Berücksichtigung der exogenen Aminosäuren. - Züchter 26, 211-239.
- POSTEL, W., 1957: Studien über exogene Aminosäuren in differenzierten Zonen von Gerstencaryopsen ökologisch verschiedener Standorte. - Z.f.Pflanzenzüchtung 37, 113-126.
- PRICE, S.A., 1950: The amino acid composition of whole wheat in relation to its protein content. - Cereal Chemistry 27, 73-74.
- PRIMOST, E., 1956: Über den Einfluß hoher Stickstoffgaben auf die Qualität verschiedener Winterweizensorten. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 74, 42-59.
- PRIMOST, E., 1960: Die Wirkung geteilter Stickstoffgaben auf die Backqualität von Weizen. - Qualitas plantarum et materiae vegetabilis 6, 355-364.
- PRUGAR, J., u.A.ŠAŠEK, 1969a: Anteil der einzelnen Eiweißfraktionen im Korn der tschechoslowakischen Weizensorten. - Z.f.Pflanzenzüchtung 61, 262-269.
- PRUGAR, J., u.A.ŠAŠEK, 1969b: Der Einfluß des Standortes auf den Anteil der einzelnen Eiweißfraktionen im Weizenkorn. - Z.f. Pflanzenzüchtung 61, 270-274.
- PRUGAR, J., u.A.ŠAŠEK, 1970: Einfluß der organischen und Mineraldüngung auf die Vertretung der Eiweißfraktionen im Weizenkorn. - Getreide und Mehl 20, 27-29.
- RANHOTRA, G.S., F.N.HEPBURN u.W.B.BRADLEY, 1971: Supplemental effect of wheat protein concentrate on the protein quality of white wheat flour. - Cereal Chemistry 48, 699-706.

- RASMUSSEN, D.C., A.J. HESTER, G.N. FICK u.I. BYRNE, 1971: Breeding for mineral content in wheat and barley. - *Crop Science* 11, 623-626.
- REITZ, L.P., 1964: Wheat quality components responsive to genic control. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 11, 1-16.
- RINNE, R.W., 1969: Biosynthesis of fatty acids by a soluble extract from developing soybean cotyledons. - *Plant Physiol.* 44, 89-94.
- RINNO, G., u.K. EBERT, 1972: Einfluß der N-Düngung auf den Gehalt an Lysin, Tryptophan, Methionin und Cystin im Rohprotein verschiedener Winterweizensorten. - *Tag.-Ber. Akad. Landwirtsch.-wiss. DDR* 119, 257-265.
- ROBBINS, G.S., Y. POMERANZ u.L.W. BRIGGLE, 1971: Amino acid composition of oat groats. - *J. Agr. Food Chem.* 19, 536-539.
- ROBBINS, G.S., u.Y. POMERANZ, 1972: Composition and utilization of milled barley products. III. Amino acid composition. - *Cereal Chemistry* 49, 240-246.
- ROBINSON, D.W., u.R. SAGEMAN, 1968: Amino acid composition of South African and Australian wheat varieties as a function of their nitrogen content. - *J. Sci. Food Agric.* 19, 9-11.
- ROHRLICH, M., u.R. RASMUS, 1956: Versuche zur chemischen Differenzierung der Eiweißstoffe des Weizens und Roggens. II. Mitteilung: Untersuchungen über die Aminosäurezusammensetzung der Eiweißstoffe aus Aleuronzellen, Endosperm und Keim von Weizen und Roggen. - *Z.f. Lebensmitteluntersuchung und -forschung* 103, 89-96.
- ROHRLICH, M., u.G. BRÜCKNER, 1958: Untersuchungen an deutschen Haferarten. - *Z.f. Pflanzenzüchtung* 40, 266-274.
- ROHRLICH, M., u.CH. NERNST, 1960: Einfluß steigender Stickstoffgaben auf das Backverhalten des Weizens unter Berücksichtigung der Eiweiß- und Klebereigenschaften. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 6, 327-330.
- ROSENBERG, H.R., u.E.L. ROHDENBURG, 1952: The fortification of bread with lysine. II. The nutritional value of fortified bread. - *Arch. Biochem. Biophys.* 37, 461-468.

- ROSENBERG, H.R., E.L.ROHDENBURG u.J.T.BALDINI, 1954: The fortification of bread with lysine. III. Supplementation with essential amino acids. - Arch.Biochem.Biophys. 49, 263-267.
- ROTHER, M., u.L.TUNGER, 1964: Nährwertbestimmende Faktoren von Haferflocken. - Ernährungsforschung 9, 287-294.
- RUHARA, 1971: Vergleichende Untersuchungen über die Düngung, Nährstoffaufnahme, Nährstoffverhältnisse und Produktivität auf Standorten des Vogelsberges. - Diss.Gießen.
- SADEGHIAN, E., u.H.KÜHN, 1969: Einfluß von Chlorcholinchlorid (CCC) auf die Aminosäurezusammensetzung von Hafer-, Roggen- und Gerstenkornprotein. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 129, 75-80.
- SADEGHIAN, E., H.KÜHN u.H.LINSER, 1968: Die Zusammensetzung des Weizenkorngesamtproteins unter dem Einfluß von Chlorcholinchlorid. - Z.f.Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 121, 214-220.
- SADEGHIAN, E., H.KÜHN u.H.LINSER, 1969: Über den Einfluß von CCC auf die Aminosäure-Zusammensetzung des Weizenkornproteins. - Getreide und Mehl 19, 28-30.
- SADINI, V., 1963: Contributo alla conoscenza della materia grassa del latte e dei formaggi di pecora Italiani. - Il Latta 37, 933-942. (Zitiert nach: METIN, M., in: Milchwissenschaft 23, 276-279, 1968).
- SCHEIBE, A., W.J.SCHÖN, M.ZOSCHKE u.R.BAUER, 1968: Untersuchungen über die Eiweißfraktionen bei Futtergersten. I. Studien über die Gesamtproteine, insbesondere die Albuminkomponenten. - Z.f.Acker- u.Pflanzenbau 128, 139-150.
- SCHILLER, K., 1971: Untersuchungen über die Variabilität von Futtergerstenprotein. 2.Mitteilung: Über den Einfluß ökologischer Faktoren auf die Eiweißarten im Protein von Gerstencaryopsen. - Landwirtschaftliche Forschung 24, 15-33.
- SCHILLER, K., u.H.J.OSLAGE, 1970: Untersuchungen über die Variabilität von Futtergerstenprotein. 1.Mitteilung: Über den Einfluß ökologischer Faktoren auf den Proteingehalt in Gersten und dessen ernährungsphysiologische Qualität. - Landwirtschaftliche Forschung 23, 317-332.

- SCHMID, G., 1961: Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag und Rohproteingehalt bei Hafer. - *Bodenkultur* 12, 14-28.
- SCHÖN, W. J., 1972: Analysis of proteins and amino acids in cereal breeding material. - *The Way Ahead in Plant Breeding. Proc. Sixth Congr. of Eucarpia, Cambridge*, Pp. 215-219.
- SCHOLZ, F., 1961: Qualitätsprobleme in der Futtergerstenzüchtung dargestellt an Ergebnissen von Mutationsversuchen. - *Z.f.Pflanzenzüchtung* 44, 105-128.
- SCHORMÜLLER, J., u. G. WÜRDIG, 1957: Über das Vorkommen von Phytin, insbesondere in Getreide und Getreideprodukten. - *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 53, 1-10.
- SCHRENK, W. G., u. H. H. KING, 1948: Composition of three varieties of Kansas-grown wheat. Mineral analysis of wheat and soil. - *Cereal Chemistry* 25, 61-71.
- SCHRIMPF, K., u. A. M. ABDEL-GAWAD, 1965: Beeinflussung der Ertragsstruktur und des Rohproteingehaltes von drei Sommergerstensorten durch Saatzeit und Düngung. - *Z.f.Acker- u. Pflanzenbau* 121, 256-272.
- SCHULZ, E., u. H. J. OSLAGE, 1969: Untersuchungen über den Nährwert verschiedener in- und ausländischer Gersten für Schweine. - *Landwirtschaftliche Forschung* 22, 265-280.
- SCHUPHAN, W., 1960: Das Vorkommen der für Mensch und Tier essentiellen Aminosäuren in Vitalzonen (Aktivzonen) und in Speichergewebe einiger niederen und höheren Pflanzen. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 6, 199-231.
- SCHUPHAN, W., 1963: Beziehungen zwischen Eiweißqualität und Backeigenschaften des Weizens in Abhängigkeit von der Düngung. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 9, 165-186.
- SCHUPHAN, W., u. W. POSTEL, 1956: Studien über exogene Aminosäuren im Eiweiß von Gerstencaryopsen unter dem Einfluß genetischer und ökologischer Faktoren. - *Naturwissenschaft* 43, 473.
- SCHUPHAN, W., u. W. POSTEL, 1958: Ertrag und Qualität im Spiegel der Biologischen Wertigkeit. - *Landwirtschaftliche Forschung* 11. Sonderheft, 85-101.

- SCHUPHAN, W., u. I. WEINMANN, 1958: Essentielle Aminosäuren in unseren Nahrungspflanzen als Grundlage für eine gegenseitige Aufwertung von Pflanzenproteinen. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 5, 23-44.
- SCHUPHAN, W., u. E. SCHWERTFEGGER, 1965: Die essentiellen Aminosäuren der Nahrungspflanzen in ihrer Beziehung zur menschlichen Ernährung. - *Nahrung* 9, 755-782.
- SCHUTZBAR, K. v., 1972: Über den Einfluß von Standort, Sorte und Stickstoffdüngung auf Rohproteingehalt und -zusammensetzung bei Weizen, Gerste und Hafer. - *Diss. Gießen*.
- SCHWANITZ, F., u. P. SCHWARZE, 1937: Die physiologischen Grundlagen für die Züchtung von ertrag- und eiweißreichen Sorten bei unseren Getreidearten. - *Forschungsdienst* 4, 19-31.
- SCHWARZE, P., 1967: Über die Variabilität der Zusammensetzung des Eiweißkomplexes von Weizensorten und die Beziehung der einzelnen Komponenten zum Sedimentationstest. - *Z.f. Pflanzenzüchtung* 58, 58-72.
- SEELEY, R. D., H. F. ZIEGLER Jr. u. R. J. SUMNER, 1950: The nutritional value of white bread containing nonviable dried yeast. - *Cereal Chemistry* 27, 50-60.
- SEIBEL, W., 1966: Die Mineralstoffe - Brot in unserer Zeit, Verlag M. Schäfer, Detmold.
- SELKE, W., 1938a: Neue Möglichkeiten einer verstärkten N-Düngung zu Getreide. - *Z.f. Bodenkunde u. Pflanzenernährung* 9, 506-535.
- SELKE, W., 1938b: Erhöhung der Backfähigkeit und der Eiweißerzeugung des Getreides durch Stickstoffdüngung. - *Fortschr. Landw. chem. Forschung. Forschungsdienst, Sonderheft 11*, 225-236.
- SELKE, W., 1940: Die Wirkung zusätzlicher später Stickstoffgaben auf Ertrag und Qualität der Ernteprodukte. - *Z.f. Bodenkunde u. Pflanzenernährung* 20, 1-49.
- SELKE, W., 1957: Die Leistung des zusätzlichen späten Stickstoffes zu Getreide in Abhängigkeit von Standortfaktoren. - *Z. Landw. Vers.-u. Untersuchungswesen* 3, 25-46.

- SHEHATA, N.A., u.B.A.FRYER, 1970: Effect on protein quality of supplementing wheat flour with chickpea flour. - *Cereal Chemistry* 47, 663-670.
- SIHLBOM, E., 1962: Amino acid composition of Swedish wheat protein. - *Acta agriculturae scandinavica* 12, 148-156.
- SIMMONDS, D.H., 1962: Variations in the amino acid composition of Australian wheats and flours. - *Cereal Chemistry* 39, 445-455.
- SIMMONDS, D.H., 1963: Proteins of wheat flour. The separation and purification of the pyrophosphate-soluble proteins of wheat flour by chromatography on DEAE-cellulose. - *Cereal Chemistry* 40, 110-120.
- SIMMONDS, D.H., u.D.J.WINZOR, 1961: Chromatography of the proteins from wheat flour soluble in acetic acid. - *Nature* 189, 306-307.
- SINGH, H.G., u.C.A.LAMB, 1960: Mineral and protein content of wheat grain as influenced by variety, soil, and fertilizer. - *Agronomy Journal* 52, 678-680.
- SLUMP, P., u.A.F.DE GROOT, 1965: De voedingswaarde van het eiwit van haver en havermonst, vergeleken met die van andere graanprodukten. - *Voeding* 26, 8-16.
- SOSULSKI, F.W., E.A.PAUL u.W.L.HUTCHEON, 1963: The influence of soil moisture, nitrogen fertilization, and temperature on quality and amino acid composition of Thatcher wheat. - *Canadian Journal of Soil Science* 43, 219-228.
- SFENNEMANN, F., 1966: Der Einfluß verschiedener Klimafaktoren auf den Eiweißgehalt und die Siebsortierung bei zweizeiligen Sommergersten. - *Z.f.Acker- u.Pflanzenbau* 124, 120-133.
- STEVENS, D.J., E.E.Mc.DERMOTT u.J.PACE, 1963: Isolation of endosperm protein and aleurone cell contents from wheat, and determination of their amino-acid composition. - *J.Sci.Food Agric.* 14, 284-287.
- STILLINGS, B.R., V.D.SIDWELL u.O.A.HAMMERLE, 1971: Nutritive quality of wheat flour and bread supplemented with either fish protein concentrate or lysine. - *Cereal Chemistry* 48, 292-302.
- STUKE, H., 1960: Untersuchungen über den Rohfettgehalt des Hafers. - *Z.f.Pflanzenzüchtung* 42, 147-198.

- STUKE, H., 1961: Untersuchungen über den Einfluß von Umweltfaktoren auf den Rohfettgehalt des Hafers. - Z.f.Pflanzenzüchtung 45, 143-177.
- SURE, B., 1953: Improving the nutritive value of cereal grains. - Journal of Nutrition 50, 235-244.
- SURE, B., 1954: Relative nutritive values of proteins in whole wheat and whole rye and effect of amino acid supplements. - Journal of Agricultural and Food Chemistry 2, 1108-1110.
- SURE, B., 1957: The addition of small amounts of defatted fish flour to whole yellow corn, whole wheat, whole and milled rye, grain sorghum and millet. - Journal of Nutrition 63, 409-416.
- TANAKA, K., u.W.BUSHUK, 1972: Effect of protein content and wheat variety on solubility and electrophoretic properties of flour proteins. - Cereal Chemistry 49, 247-257.
- TANG, J.J.N., L.L.LAUDICK u.D.A.BENTON, 1958: Studies of amino acid supplementation and amino acid availability with oats. - Journal of Nutrition 66, 533-543.
- THIES, W., 1971: Der Einfluß der Chloroplasten auf die Bildung von ungesättigten Fettsäuren in reifenden Rapssamen. - Fette - Seifen - Anstrichmittel 73, 710-715.
- TKACHUK, R., 1966: Amino acid composition of wheat flours. - Cereal Chemistry 43, 207-223.
- TKACHUK, R., u.G.N.IRVINE, 1969: Amino acid compositions of cereals and oilseed meals. - Cereal Chemistry 46, 206-218.
- TSEN, C.C., u.W.J.HOOVER, 1973: High-protein bread wheat flour fortified with full-fat soy flour. - Cereal Chemistry 50, 7-16.
- TSEN, C.C., W.J.HOOVER u.E.P.FARRELL, 1973: Baking quality of triticale flours. - Cereal Chemistry 50, 16-26.
- TOEPFER, E.W., M.M.POLANSKY, J.F.EHEART, H.T.SLOVER, E.R.MORRIS, F.N.HEPBURN u.F.W.QUACKENBUSH, 1972: Nutrient composition of selected wheats and wheat products. XI. Summary. - Cereal Chemistry 49, 173-186.
- UHLEMANN, H., u.S.POPPE, 1970: Zur Verdaulichkeit des Proteins und der Resorbierbarkeit von Lysin, Methionin und Zystin aus verschiedenen Proteinträgern bei wachsenden Albinoratten. - Archiv f.Tierernährung 20, 165-177.

- VILLEGAS, E., C.E.Mc.DONALD u.K.A.GILLES, 1970: Variability in the lysine content of wheat, rye, and triticale proteins. - Cereal Chemistry 47, 746-757.
- VÖLKER, L., 1960: Über den Einfluß einer späten zusätzlichen Stickstoffdüngung auf den Gehalt einiger Aminosäuren im Getreideeiweiß. - Landwirtschaftliche Forschung 13, 307-316.
- VORWERCK, K., 1967: Der Einfluß der Mineralstoffeinlagerung im Weizenendosperm auf die Mehlausbeute. - Mühle 104, 363-366.
- WAGGLE, D.H., M.A.LAMBERT, G.D.MILLER, E.P.FARRELL u.C.W.DEYOE, 1967: Extensive analyses of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. II. Amino acids, minerals, vitamins, and gross energy. - Cereal Chemistry 44, 48-60.
- WAGNER, F., 1900: Kurze Anleitung zur rationellen Stickstoffdüngung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen unter besonderer Berücksichtigung des Chilesalpeters. - Verlag P.Parey, Berlin.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u.R.MINDEMANN, 1957: Über die Zusammensetzung und Eigenart der Glutenine in Getreidemehlen. - Z.f.physiologische Chemie 308, 257-262.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u.H.BRUTSCHECK, 1958: Über die Zusammensetzung der elektrophoretisch unterscheidbaren Komponenten des Hordeins. (II.Mitteilung über Samenproteine). - Z.f.physiologische Chemie 311, 1-5.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u.G.KLOOS, 1959: Über die Veränderlichkeit des Komponentenverhältnisses im Hordein. (III.Mitteilung über Samenproteine). - Z.f.physiologische Chemie 314, 218-223.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u.G.KLOOS, 1960: Über den Einfluß von Düngungs- und Standortbedingungen auf die Zusammensetzung des Hordeins. - Z.f.physiologische Chemie 321, 114-119.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., u.K.HOCHSTRASSER, 1961: Über die Albumine aus Gerste und Weizen. - Z.f.physiologische Chemie 324, 243-253.
- WALDSCHMIDT-LEITZ, E., R.MINDEMANN u.L.KELLER, 1961: Versuche zur Fraktionierung des Glutenins aus Gerste. - Z.f.physiologische Chemie 323, 93-97.

ZELLER, A., u. H. SCHÜLLER, 1966: Sorte, Boden und die Mineralstoffe im Weizen. - *Qualitas plantarum et materiae vegetabilis* 13, 137-149.

ZOSCHKE, M., 1967: Die Stickstoffernährung bei Futtergersten. - *Z. Acker- u. Pflanzenbau* 125, 22-39.

Zum Abschluß dieser Arbeit möchte ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof.Dr.W.Jahn-Deesbach, für die Überlassung des Themas, sein der Arbeit entgegengebrachtes großes Interesse, die wertvollen Anregungen und Diskussionen sowie seine stete Hilfsbereitschaft herzlich danken.

Gleichzeitig danke ich den Damen und Herren des Institutes für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung und des Institutes für Tierernährung, die mich bei der technischen Durchführung der Feldversuche und des Fütterungsversuches unterstützt haben.

Außerdem danke ich dem Hessischen Landesamt für Landwirtschaft und den betr.Landwirtschaftsämtern sowie der Fa.Ruhrstickstoff AG, Bochum, für die Überlassung von Probenmaterial.

Schließlich gilt mein Dank der Deutschen Forschungsgemeinschaft, durch deren finanzielle Unterstützung die Durchführung der Arbeit ermöglicht wurde.

LEBENS LAUF

Am 14.1.1944 wurde ich als Tochter des im Zweiten Weltkrieg gefallenen Dipl.-Koloniallandwirtes Fritz Erik Schipper und seiner Ehefrau Ina geb.Gotzmann in Witzenhausen geboren. In zweiter Ehe ist meine Mutter mit dem Land- u.Forstwirt Rolf Kettner verheiratet. Mein Heimatort ist Witzenhausen-Dohrenbach, Rittergut Fahrenbach.

Von 1950 bis 1954 besuchte ich die Volksschule in Dohrenbach, anschließend bis Ostern 1960 die Mittelschule in Witzenhausen und dann die Herzogin Elisabeth-Schule in Hann.-Münden, an der ich im Februar 1964 die Reifeprüfung ablegte. Mit dem Sommersemester 1964 begann ich an der Justus Liebig-Universität in Gießen mein Studium der Hauswirtschafts- und Ernährungswissenschaften. Meine Praktikumszeit leistete ich in der Firma C.H. Knorr GmbH in Heilbronn, im landwirtschaftlichen Lehrhaushalt von Frau Margret Dohrendorf in Wilsche (Krs.Gifhorn) und in dem Pflanzenzuchtbetrieb van Waveren & de Bres GmbH in Rosdorf b. Göttingen ab. Die Diplomprüfung (Fachrichtung Ernährungswissenschaft) legte ich im April 1968 ab. Das erste Staatsexamen für das Lehramt an Berufsschulen, Fachschulen und Höheren Fachschulen bestand ich am 11.7.1968. Seit Ende 1968 bin ich - mit Unterbrechung von Anfang Februar 1969 bis 1970 - als Doktorandin und jetzt als wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Herrn Prof.Dr. W.Jahn-Deesbach am Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Justus Liebig-Universität Gießen im Rahmen eines Forschungsvorhabens tätig. Mit der vorliegenden Arbeit wurde 1970 begonnen.

